OTRZYMYWANIE STALI

według sposobu Bessemera.

PRZEZ

Karola Szokalskiego inżyniera górniczego.

(Z rysunkiem).

Nie ma zapewne wynalazku, któryby w tak krótkim przeciągu czasu rozpowszechnił się i doszedł do takiego stopnia doskonałości, jak otrzymywanie stali sposobem *Bessemera:* przyczyną zaś tego była bezwątpienia gwałtowna potrzeba taniego i stosownego materyału przy nowoczesnym rozwoju przemysłu, a zwłaszcza przy ciągłém udoskonalaniu się fabrykacyi machin.

Hutnictwo miało więc nie małe do rozwiązania zadanie, a czyniąc mu zadosyć wprowadziło rzeczywiście wiele ulepszeń w otrzymywaniu surowca, żelaza kutego i walcowanego, ażeby odpowiadały żądanym warunkom: jedna tylko gałąź zostawała prawie nietkniętą, a tą było wyrabianie stali. Otrzymywana w fryszerkach była ona niedostateczną, nieodpowiednią potrzebom i za bardzo kosztowną; zaczęto tedy otrzymywać ją w piecach pudlowych i chociaż przez to niezaprzeczenie wiele zyskano, to jednak powyższych nie usunięto zarzutów. Wśród takich okoliczności wielu chemików jak *Fremy*, *Caron*, *Boussingault*, *Despretz*, *Regnault*, *Cizancourt* starało się oznaczyć istotny skład chemiczny i poznać dokładnie własności stali; ich téż poszukiwania przyczyniły się do wykrycia mnóstwa sposobów jéj otrzymywania, jako to: sposób *Chenot'a* (r. 1854), sposób *Tunnera* (Glühstahl r. 1855), *Uchatius'a* (r. 1856), *Bessemera* (r. 1856), *Obuchow'a* (r. 1860), *Cowper'a* (r. 1861), *Price i Nichelson'a* (r. 1861), *Paulis'a* (r. 1862), i t. p. Z tych jednak mała tylko liczba została przez hutników uznaną i wypróbowaną, a i ta nawet dla swéj niepraktycz-

ności i zbyt kosztownych przyrządów musiała wkrótce być zaniechaną. Jeden tylko sposób *Bessemera* nietylko że się utrzymał aż dotąd, ale co więcéj ważną w hutnictwie żelaza stanowi epokę. Zależy on, jak wiadomo, na przepędzeniu stłoczonego powietrza przez massę płynną roztopionego surowca i wytrawienia przez to znacznéj ilości zawartego w nim węgla. W jaki zaś sposób powstał, rozwinął się i do obecnéj doszedł doskonałości, nie zawadzi opowiedzieć pokrótce:

Bessemer właściciel wielkiego pieca pod Scheffield, pierwsze próby robił w laboratoryum chemiczném, przepuszczając prąd powietrza przez małą ilość surowca stopionego, wynoszącą 10—20 funtów. Chociaż się te doświadczenia nie powodziły, przekonawszy się jednak o możebności prowadzenia procesu przystąpił on do prób na większą cokolwiek skalę. Użył do tego pieca kupolowego, mającego 5 stóp wysokości, 3 stopy średnicy wewnętrznéj, u góry zakrytego sklepieniem, w środku którego był otwór na 6 cali średnicy, zatykany i służący do wprowadzenia surowca. Z boku pod samém sklepieniem był otwór do wyprowadzenia gazów ze spalenia pochodzących, u dołu zaś nad dnem był drugi otwór zamykany, do wypuszczania żelaza służący. Wiatr był wprowadzony przez 7 dysz z glinki ogniotrwałéj, każda o $^1/_2$ cala średnicy, umieszczonych w jednym szeregu na 2 cale nad dnem. Do tego więc najprzód mocno rozżarzonego pieca wprowadzał 8—13 centnarów surowca w stanie płynnym i jednocześnie wpuszczał prąd powietrza od 4—10 funtów ciśnienia na calu kwadr. Po 20—30 minutach otrzymywał produkt miękki gruboziarnisty, kruchy tak na gorąco jak na zimno, dosyć się trudno szwejsować i kuć dający, mający zatém wszelkie cechy żelaza przepalonego. Wady te pochodziły jak się późniéj przekonano, nietylko od zanadto długo prowadzonego procesu, ale także od zanieczyszczeń surowca. Straty żelaza przez żuzlowanie (Abbrand) wynosiły 35—50 $^0/_0$. Po wielu powtórzonych próbach przekonał się Bessemer, że rezultaty były tém pomyślniejsze, im większe brał ilości surowca do przerobienia, im ciśnienie wiatru było większe, oraz im działanie mechaniczne odbywało się z większą dokładnością.

Uzyskawszy w lutym roku 1856 patent na *otrzymywanie stali i żelaza bez materyału opałowego*, Bessemer pierwszy raz wystąpił publicznie ze swojém odkryciem w czerwcu tegoż roku, na ogólném zebraniu hutników w Cheltenham i głosząc wszystkie korzyści swego procesu nie wahał się nawet wypowiedzieć, że tym sposobem otrzymywane żelazo jest zupełnie pozbawione wszelkich domieszek, żuzli, tlenków metalicznych i t. d., jest gęstsze i lepsze od paketowanego,

szwejsowanego i wywalcowanego żelaza, a przytém daje się z każdego otrzymywać surowca. Śmiałe to oświadczenie nie zjednało mu jednak wielu stronników, mało bowiem wierzono w możebność prowadzenia procesu, tém bardziéj, że sam Bessemer nie był późniéj w stanie zadosyć uczynić oświadczeniom danym na owém zebraniu. Obawy niektórych jakoby temperatura nie była dostateczną do przeprowadzenia działania, zostały usunięte przez ścisłe wyrachowanie Schinz'a. Wielu innych jak: Gillon, Gruner, Sanderson, Truran i Macadam utrzymywało, że wysoka temperatura nie jest wyłącznie wynikiem palącego się węgla, ale pochodzi ze spalenia się znacznéj ilości samego żelaza i że to jest właśnie przyczyną znacznéj jego straty.

Sposób ten jednak wzbudził wielką ciekawość i interes u ludzi wykształconych i specyalnie oddającym się hutnictwu żelaza; wkrótce też zaczęto powtarzać próby w różnych miejscach. I tak, w hucie Henryka pod Lobenstein robił p. Ebermayer próby w małym piecyku Seffstrom'a, $4\frac{1}{2}$ cala średnicy i 4 cale wysokości, z 10-ma funtami surowca białego. Wkrótce jednak po puszczeniu prądu powietrza z ciśnieniem $7\frac{1}{2}$ cali wody, massa metaliczna prędko ostygła i zamarzła. Drugie doświadczenie robione w tém samém miejscu, przeprowadzoném zostało z cokolwiek większą ilością surowca (25-ma funtami) w znacznie większym piecyku. Puszczono prąd wiatru ogrzanego do 200^0 i z ciśnieniem 20—24″ wody, w skutek czego temper. w początku znacznie podwyższoną została, lecz po 5 prawie minutach tak spadła, iż massa metaliczna także zamarzła, a surowiec okazał się po tém krótkiém działaniu cokolwiek miększym, szczególniéj w tych miejscach, gdzie był w bezpośredniém zetknięciu z powietrzem. Powtórzone próby z szarym surowcem wydawały daleko lepsze rezultaty. Robiono je też następnie w hutach Dundywan'a i Coat'a w Anglii na większą cokolwiek skalę. W pierwszéj z tych hut wzięto 13 cent. 36 ℔ surowca szarego, wiatr był puszczony z ciśnieniem 15 ℔ na calu kw. przez 89 minut. Otrzymano ztąd 3 cent. 86 ℔ metalu, który był krystaliczny, kruchy na gorąco i na zimno, a znaczna przytém strata (przeszło $\frac{2}{3}$ użytego surowca) była oczywistym dowodem, że działanie było zadługo prowadzone. Druga więc próba w hucie Coat'a z 7ma cent. ciemno-szaréj surowizny, do któréj puszczono wiatr 12 ℔ ciśnienia, trwała tylko 30 minut, i wydała cokolwiek lepsze rezultaty. Te więc i wiele im podobnych poszukiwań dowiodły jak najwyraźniéj, że przeprowadzenie procesu było rzeczą możebną, ale że brak odpowiednich apparatów, machin i należytéj wprawy, były przyczynami niepowodzenia.

W tym samym jeszcze roku (w końcu 1856 r.) zaczęto i w Szwecyi robić poszukiwania, a powiedzieć można, że właściwie w tym dopiero kraju, proces bessemerowski rozwiniętym i w życie wprowadzonym został, przez ludzi nie żałujących wszelkich kosztów i trudów do wydoskonalenia tak ważnego wynalazku. Próby wykonane zostały najprzód w Harssenbergu, a następnie w hucie w Edsken własnością p. Göranson'a i pod szczególném kierownictwem p. Lefflera zostającéj. Były one prowadzone z większemi jeszcze ilościami surowca jak w Anglii i w piecach większych rozmiarów, nie udawały się jednak z powodu zbyt słabych machin. Chcąc temu zaradzić p. Leffler sprowadził silne miechy z Anglii, wybudował piece z niektóremi ulepszeniami, postawił wiele innych kosztownych przyrządów, a to tyle za sobą pociągnęło wydatków, iż jego huta nie mogła już własnym wyłącznie kosztem podołać zadaniu. Udał się więc do Iernkontor (stowarzyszenie hutników szwedzkich) ([1]), żądając potrzebnych funduszów do dalszych doświadczeń i uzyskał takowe w skutku sprawozdania pp. Troilius'a i Malmquist'a, wydelegowanych przez stowarzyszenie w celu zbadania obecnego stanu przedsiębierstwa, oraz dotąd zaprowadzonych ulepszeń. Stowarzyszenie przewidywało ostateczne powodzenie podejmowanych usiłowań, a zastrzegając sobie zwrot poniesionych kosztów, postanowiło, ażeby jeden z jego członków stale pilnował biegu działania i zdawał sprawę z czynionych kroków. Na takowego nadzorcę wybranym więc został p. Grill dyrektor akademii górniczéj w Falhun, jego zaś późniejsze sprawozdania ogłoszone zostały w Iernkontorets Annales (gazeta przemysłowa szwedzka), a następnie na niemiecki przetłumaczone i umieszczone w austryackich rocznikach górniczo-hutniczych. Podamy tu niektóre z nich szczegóły tyczące się samego procesu.

Budowa pieca bessemerskiego przed objęciem działań przez stowarzyszenie była mniéj więcéj następująca: składał się on z leżącego cylindra, z blachy żelaznéj, wewnątrz obłożonéj massą ogniotrwałą, o 4′ długości i $2\frac{1}{2}'$ średnicy wewnętrznéj. Oba dna tego cylindra z takiéj saméj massy, były tak ustawione, że można je było po każdym ładunku usunąć i tym sposobem potrzebne reparacye w piecu wykonać. Na przedłużonéj osi cylindra znajdowały się z każdéj stro-

([1]) Stowarzyszenie to ma na celu podnoszenie i rozwinięcie hutnictwa i przytém wspomaganie wzajemne we wszelkich sprawach. Ono utrzymuje akademię górniczą w Falhun i wydaje pismo peryodyczne, najlepsze prawie w całéj Europie.

ny czopy, przymocowane do den i umieszczone w odpowiednich sztendrach, opierających się na stałych fundamentach. W górnéj części pieca znajdował się otwór 2″ średnicy, zatykany podczas działania, służący do wypuszczenia żelaza; obok tego był drugi większy otwór do wlania surowca i wyprowadzenia gazów. Przez jeden z czopów była przeprowadzona rura, mająca powietrze dostarczyć, która następnie szła pod cylinder, równolegle do jego osi, a z niéj wychodziło 10 mniejszych rurek, które w dwóch szeregach do wnętrza pieca wchodziły. Dolny szereg składał się z 6 rurek $^3/_8$″ średnicy i był umieszczony w najniższéj części pieca, drugi zaś szereg z 4 rurek $^1/_2$″ średnicy był 1,5′ wyżéj pierwszego umieszczony. Do drugiego czopa była przymocowana korba ręczna w celu obracania pieca wraz z jego powietrzną rurą. Ilość użytego surowca wynosiła 18 centn., ciśnienie zaś wiatru 13—14 funt. na 1″ kw., a czas trwania procesu 14—37 minut. Otrzymane żelazo zdawało się z wejrzenia niezłe, w odłamie miało powierzchnię dość białą, świecącą i drobnoziarnistą, było jednak pęcherzykowate i po dokładnych poszukiwaniach, znaleziono w metalu mnóstwo drobnych bryłek żuzla, w skutek czego wytrzymałość produktu naturalnie bardzo była zmniejszona. Otrzymano z surowca 52 % czystego żelaza, zaś straty przez zeżuzlowanie się wynosiły koło 15 %. Przy bliższém zbadaniu pokazało się jednak, że górny szereg rurek czyli dysz był więcéj szkodliwym jak pomocnym, wiatr bowiem nie był zawsze pod tém samém ciśnieniem i przy przechyleniu pieca rurki dolnego szeregu daleko dłużéj były przykryte massą metalową jak wyższego szeregu, w skutek czego wiatr nie był równie rozdzielony w massie. To przyczyniało się wiele do oziębienia pieca i do znacznych strat żelaza, które nadto jeszcze były powodowane powolnością procesu. Po takich próbach i z powodu wielu innych jeszcze przyczyn, których tu wyszczególniać nie mogę, postanowiono wrócić do pierwotnéj konstrukcyi pieców, użytych przez samego Bessemera. Postawiono więc piec podobny do pieca kupolowego z dwoma szeregami dysz: dolny szereg miał ich 9 o $^5/_8$″ średnicy, wyższy zaś 6 o $^3/_8$″ średnicy; lecz okazały się ztąd zaraz takie same niedogodności, jak przy wyżéj opisanym piecu. Umieszczono zatém następnie wszystkie dysze o $^3/_4$″ średnicy w jednym szeregu na 2″ nad dnem pieca i zniżono zarazem sklepienie, przez co żar był w mniejszéj zamknięty przestrzeni, a zatém i żywszy. Rezultaty i przy téj ostatniéj zmianie okazały się daleko lepsze, przebieg całéj czynności był prędszy, żywszy, oddzielne jéj peryody dokładniéj występowały, produkt odlany w bloki był gęsty,

zupełnie wolny od domieszanego żuzla, był miękki, dozwalał się szwejsować, a przytém otrzymano 62 % czystéj stali z surowca.

Przy badaniach teoretycznych przekonano się, że działanie chemiczne jest takie same jak w piecach pudlowych, że do przeprowadzenia procesu koniecznym jest żuzel bogaty w tlenki metaliczne i że taki tworzy się właśnie w pierwszym peryodzie kosztem surowca. Następne więc próby były skierowane ku temu, aby zapobiedz znacznéj stracie surowca, bądź przez wdmuchanie do massy już stopionéj lub dodanie do pieca przed wprowadzeniem do niego surowca, czystych i sproszkowanych rud magnetycznych lub braunsteinu; bądź przez domieszkę do surowca sztucznego żuzla, utworzonego w oddzielnych piecach przy wypaleniu odpadków ze stali i surowizny; bądź nakoniec przez wprowadzenie pary wodnéj wraz z powietrzem ogrzaném do apparatu. Z tych środków użycie sztucznego żuzla okazało się najpraktyczniejsze, tylko otrzymywanie jego było połączone z dość wielkiemi trudnościami. Ogrzanie powietrza zwiększało jego objętość, a ztąd téż w danym czasie mniejsza jego ilość mogła być wprowadzaną do pieca. Najlepszym i najpraktyczniejszym środkiem pozostało więc użycie powietrza w należytéj ilości, i o ile możności o wysokiém ciśnieniu.

W skutku zmian poczynionych według powyższych danych, osiągano rezultaty i wyroby coraz więcéj zadawalniające, i w roku 1859 oświadczył p. Grill towarzystwu, że proces bessemerowski już wyszedł z zakresu próby i daje się ekonomicznie prowadzić, a w tym samym czasie otrzymał p. Göranson oświadczenie od zagranicznych fabrykantów, że stal bessemerowska przez niego wyrabiana daje się również jak najlepsza stal rafinowana, używać do fabrykacyj wszelkich, nawet najdelikatniejszych narzędzi. Ze 100 ℔ surowizny otrzymywano już wtenczas 83,38 ℔ stali wywalcowanéj na drobne rozmiary, strata przez spalenie lub żuzlowanie wynosiła 10,08 %, na odcinki i odpadki przypadało 6,54 %. Cena tylko wyrobu była jeszcze bardzo wysoką, wynosiła bowiem 25 guldenów za centnar austryacki.

Bessemer jednakże nie poprzestawał na pierwszych poszukiwaniach, robił ciągle doświadczenia pomimo nastręczających się coraz nowych trudności. Po pierwszém wystąpieniu, które przez wielu ludzi było uważane za mrzonkę, a nawet za szarlataneryą, nic o nim nie było słychać. W roku dopiero 1858 we wrześniu, Fairbairn na zebraniu hutników (Britisch Association) zwrócił uwagę na postęp nowéj metody, lecz poczytał ją li tylko za sposób do otrzymywania surowca rafinowanego, któregoby z wielką korzyścią można było używać do odle-

wania pewnych części machin w budownictwie, a mianowicie do konstrukcyi mostów. Nie powątpiewał on jednakże, aby nie można było z czasem i żelaza sztabowego tym sposobem wyrabiać.

Tymczasem Bessemer zastanawiając się nad powodami nieudawania się pierwszych swych usiłowań, przekonał się niebawem na mocy dokładnych analiz, że temu nie było winno przepalenie się metalu lub brak dostatecznego żuzla, ale obecność pewnéj ilości siarki i fosforu. Głównie więc starał się o oddalenie owych zanieczyszczeń, lecz ani działanie silnego prądu powietrza, ani wprowadzenie pary wodnéj lub gazu wodorowego, lub nareszcie dodanie jakich domieszek, nie prowadziło do celu.

W tym to czasie rozeszły się wieści o pomyślnych próbach uczynionych w Szwecyi; Bessemer zaniechał zatém dalszych poszukiwań i oczekując wyjaśnienia rzeczy, zajął się tymczasem budową nowego pieca, podobnego do dużéj retorty, mogącego się obracać na około osi pozioméj, pieca tego samego jaki dzisiaj jest jeszcze w użyciu. W roku 1859 rozpoczął on znów nowy szereg prób z surowcem huty Workington, który jest daleko czystszy i odpowiedniejszy od surowca, otrzymanego w Scheffield. Stal otrzymywana była dobra, można ją było użyć do walcowania blachy, szyn, do odlewania armat, i t. p., nie mogła jednak konkurować ze stalą szwedzką, takim samym sposobem otrzymywaną. Okazało się, że przyczyną tego była nierównie większa czystość surowca, dlatego téż odtąd do wytwarzania stali według nowego sposobu zaczęto w Anglii używać po największéj części surowca sprowadzonego ze Szwecyi.

W miarę jak rezultaty powyższych usiłowań w Anglii i Szwecyi okazywały się coraz pomyślniejszemi, wykryty sposób postępowania, zaczynał świetniejszą obiecywać przyszłość; wystąpili téż i ludzie, którzy pierwszeństwa wynalazku Bessemerowi zaprzeczać zaczęli. Pierwsze rozszczenia objawił Gilbert Martin Amerykanin w Mining-Journal. Podług niego wpuszczony prąd powietrza przez stopioną surowiznę miał mieć na celu jedynie tylko rafinowanie surowca. Przyrząd zaś którym się miał posługiwać, składał się z rury żelaznéj, leżącéj, opatrzonéj małemi otworkami, któremiby powietrze mogło być wepchnięte do massy płynnéj przez tęż rurę płynącéj; surowiec zaś tak przygotowany był następnie poddany fryszowaniu w zwyczajnych piecach płomiennych. Drugi przeciwnik Bessemera niejaki p. Clay wystawił rodzaj wieży, w wierzchołku któréj było umieszczone sito, a na to surowiec wprost z wysokiego pieca pochodzący miał być wylewany, tak, że mógł spadać wśród wieży w stanie nadzwyczaj rozdzielonym;

z dołu zaś do wieży był wpuszczony silny prąd powietrza, którego przeznaczeniem było utlenić części obce. Surowiec tak rafinowany był następnie przeprowadzony do pieców pudlowych. Jakiś Francuz *Galy Cazalat* chciał cały proces fryszowania prowadzić za pomocą pary wodnéj zamiast powietrza i jak utrzymuje, iż przedstawił był na wystawie paryzkiéj odpowiedni do tego apparat; rzecz jednak dziwna, że nikt ze zwiedzających tego apparatu nie zauważał. Bessemer miał wielu innych jeszcze współubiegaczy, ale ci nie mieli dostatecznych dowodów dla poparcia swoich pretensyj. Być téż rzeczywiście może, że korzystał z niejednego obcego pomysłu, jednakże jego metoda różni się już w saméj zasadzie zupełnie od innych tém głównie, że jemu chodziło o otrzymywanie żelaza lub stali, gdy tamci mieli tylko rafinowanie surowca na myśli.

W roku 1859 uwolnił się był już p. Leffler w Szwecyi od kontroli stowarzyszenia przez zwrot pożyczonéj summy, w Anglii zaś już było powstało kilka większych zakładów; proces bessemerowski stał się téż patentowym sekretem; od tego więc czasu mało doszło nas z tych krajów wiadomości o jego dalszym rozwoju. W roku 1860 postawiono we Francyi (w zakładzie James Jackson'a pod Bordeaux, w Seurin-sur-l'Isle etc.) i w Belgii (Seraing) parę hut bessemerowskich, od czasu ostatniéj wystawy londyńskiéj zaprowadzono ten nowy sposób wyrabiania stali we wszystkich niemal industryalnych krajach, a teraz nadzwyczaj się on upowszechnia szczególniéj tam (w Austryi i Prusach), gdzie jest wolny od patentowéj opłaty ([1]). W Anglii powstało w ciągu 6 lat 17 zakładów bessemerowskich, które razem mają 60 pieców i produkują 121,800 cent. tygodniowo, czyli rocznie koło 6000000 cent. Jak zaś znaczną już jest w ogóle produkcya tego metalu najlepiéj może dowieść summa, jaką Bessemer tytułem taksy patentowéj corocznie pobiera. Wynosiła ona w ostatnich latach $1\frac{1}{2}$ miliona guldenów austr.

Literatura tego nowego sposobu wyrabiania stali jest jeszcze bardzo szczupłą. Oprócz kilku sprawozdań i kilku artykułów ogłoszonych w pismach peryodycznych, z których główniejsze zostały razem zebrane w dwóch następujących broszurach: „Das Bessemern in Oestreich" v. Hingenau 1865 i „Der Bessemerprocess" v. Wangenheim 1863, znane nam jest tylko jedno dziełko Boman'a „Das Bessemern

([1]) W Austryi przywiléj patentowy upadł z powodu, iż nikt do fabrykacyi nie przystąpił przez trzy pierwsze lata; w Prusach zaś rząd z początku zaraz nie chciał na niego zezwolić.

in Schweden" 1861, które zawiera wiele ważnych wiadomości o stanie procesu w Szwecyi.

Nowy ten sposób fryszowania nazwano *bessemerstwem* (das Bessemern) według propozycyi Tunnera, uczynionéj na zebraniu hutników i górników w Wiedniu r. 1861, a produkt ztąd otrzymywany nazwano *metalem bessemerskim*, ponieważ stosownie do okoliczności może być stalą lub żelazem cokolwiek odmiennych własności od tych, jakie posiadają, gdy są innemi otrzymywane sposobami.

Bessemerowanie jest zupełnie różném a zarazem o wiele lepszém od innych dotąd znanych procesów. Ulepszenie polega na tém, że oprócz materyału opałowego do ogrzewania pieców przed rozpoczęciem działania, nie potrzeba żadnego innego, a powtóre, że metal podczas trwania i po skończeniu procesu, w skutek nadzwyczaj wysokiéj temperatury pozostaje długo jeszcze w stanie zupełnie płynnym.

Ciałem służącém do zamienienia surowca na żelazo lub stal jest tlen bądźto z powietrza, bądźto ze związków tlennikowych w żuzlu zawartych, a mogących być zredukowanemi do niższego stopnia utlenienia. Wiadomo, że ani w fryszerkach, ani w piecach pudlowych odczynników tych w sposób odpowiadający potrzebom użyć nie można. Wprawdzie surowiec stopiony w fryszerkach przechodzi kroplami przez prąd powietrza, w skutek czego obce części (węgiel i krzem), mające większe powinowactwo do tlenu jak żelazo, zostają prędko utlenione; każda jednak kropla po przejściu przez prąd wiatru łatwo swój cieplik utraca i prawie natychmiast krzepnie, a ztąd części w nierównym stopniu działaniu chemicznemu uległe, nie mogąc się późniéj dostatecznie zjednoczyć, wydają produkt niejednostajny. Wprawdzie takową massę metaliczną kilka razy przetapia się zazwyczaj, przez co się ją ulepsza i więcéj jéj jednolitości nadaje, ale to okupuje się zawsze kosztem nie małego zachodu. W piecach pudlowych rzecz znowu dzieje się inaczéj, tu bowiem utrzymuje się surowiec w stanie płynnym i przez mechaniczne poruszanie udziela każdéj jego cząsteczce, sposobność znalezienia się w zetknięciu z powietrzem lub żuzlem utleniającym. Jednostajność więc produktu zależy tu od dokładnego mieszania massy, lecz wada na tém polega, że wtedy właśnie kiedy surowiec na żelazo się zamienia, temperatura nie jest już dostateczną, ażeby go w stanie płynnym utrzymać; że zaś metal jest tu zmieszanym z żuzlem, krzepnąc więc uwięża w sobie wiele żuzlo-

wych cząstek, których oddalenie staje się właśnie zadaniem całéj następnéj, a nieraz bardzo mozolnéj manipulacyi.

Użycie żuzla bogatego w tlen, t. j. posiadającego takie związki, które mogą być zamienione na tlenki niższego utlenienia, jest przy fryszowaniu i pudlowaniu rzeczą zawsze bardzo pożądaną. Skoro bowiem utlenienie części obcych w surowcu odbywa się kosztem takiego żuzla, to rzecz naturalna, że tenże surowiec nie jest już tyle wystawiony na działanie tlenu z powietrza, który przy powolności procesu mocno na samo żelazo działa, a przytém w skutku częściowego zredukowania w żuzlach zawartego w tlenniku żelaza, zmniejsza się strata samego żelaza. Otóż sposób Bessemera wszystkim tym odpowiada warunkom, czyniąc je zarazem zupełnie niezależnemi od owego przyjaznego działania żuzla. Mnóstwem drobnych otworków w dnie naczynia przepycha się powietrze przez stopiony surowiec, powierzchnia ich zetknięcia zwiększa się niesłychanie, przez co utlenienie się części obcych bardzo szybkiém się staje. Sam prąd powietrza utrzymuje massę w ciągłym ruchu, a wielka szybkość działania chemicznego nietylko podwyższa niesłychanie temperaturę konieczną do utrzymania w stanie płynnym massy, ale nadto zabezpiecza zarazem żelazo od utlenienia nieuchronnego poniekąd przy wolniejszym procesie. Produkt tym sposobem otrzymany jest jednostajny, żuzel w nim się po największéj części wytrawia i przytém stan płynny, w którym się metal znajduje pozwala go wlać w formy, co szczególniéj przy fabrykacyi sztuk wielkich rozmiarów jest rzeczą nadzwyczaj ważną, gdyż o wiele walcowanie upraszcza. Proces bessemerowski ulegał dotąd ciągłym ulepszeniom i wcale jeszcze powiedzieć nie można, aby już doszedł do najwyższego stopnia doskonałości, owszem tylko przy zachowaniu pewnych warunków, które późniéj poznamy, z korzyścią dotąd przeprowadzać się daje.

Własności i użyteczność bessemerowskiego metalu są bardzo różne i zupełnie zależne od czystości rudy. Tak np. metal otrzymywany w Anglii z rudy czerwonéj wytapianéj na koksie, jest zupełnie różny od metalu szwedzkiego, otrzymywanego z rudy magnetycznéj, wytapianéj na węglu drzewnym. Angielski nie wielką posiada elastyczność, z trudnością tylko daje się hartować i służy jedynie w miejsce twardego i mocnego żelaza do grubszych wyrobów, jak np. do fabrykacyi szyn, blachy kotłowéj, kół do wagonów; bloki zaś z tego metalu są po większéj części na krańcach pęcherzykowate, w skutek czego trudniéj się zeszwejsować dają, jak odpowiednie produkta z fryszerek lub pieców pudlowych. Szwedzki jest daleko lepszy, daje się har-

tować, może być użyty do fabrykacyi wszelkich nawet najdelikatniejszych narzędzi, równie jak najlepsza stal rafinowana. W ogólności stal bessemerowska może być korzystnie użytą do odlewania armat, płyt pancernych okrętów, osi wozowych i wagonowych i t. p.

Gatunek użytego surowca także nie jest bez wpływu na otrzymany produkt. Stal z białego albo jasno szarego surowca jest koloru srebrno-białego, z równém i bardzo drobném ziarnem, zaś z surowca ciemno-szarego jest koloru jasno szarego z ziarnem daleko grubszém i nie zawsze równém.

Liczne doświadczenia robione w celu oznaczenia wytrzymałości metalu bessemerowskiego wydały różne rezultaty, tak np. w Hörde przekonano się, że wytrzymałość metalu jest dwa razy większą jak wytrzymałość odpowiedniego żelaza. Bessemer podał w r. 1859 wytrzymałość blachy kotłowéj bessemer. na 68314—73100 funt. na 1 calu kwadratowym, kiedy takie same blachy z żelaza odpowiedniéj twardości, zwyczajną drogą otrzymywane, miały wytrzymałość 45000—57120 funt. na 1″ kw. W Wotkinsku (w Rossyi) wynosiła ona 54000 funt. na 1″ kw. Stal styryjska (z Grazu) miała wytrzymałość 86600—95750 funt. na 1″ kw. Bardzo starannie została oznaczona wytrzymałość różnych produktów przez Wilmat'a w arsenale w Woolwich, jak następuje:

	Ciężar do złamania na 1″ □ w *lb* ang.	na 1 mil. w kilogr.
Żelazo bessemerow. surowe (w blokach)	41242	28,99
Żelazo bessemer. kute albo walcowane w grubych sztabach	72613	51,04
Żelazo bessem. na blachę wywalcowane	68347	48,04
Stal bessemer. surowa (w blokach)	68259	47,98
Stal bessemerow. kuta albo walcowana w sztabach grubych	157881	110,98

Żelazo zaś otrzymywane innemi sposobami z surowca na koksie wytapianego 40—45 kilogr., na węglu drzewnym 60—65 kilogr. na 1 mil. □, a wszystkie inne gatunki stali mają wytrzymałość niższą 100 kilogr. Wprawdzie wszystkie te gatunki metalu bessem. były niepospolitéj dobroci, podług dokładnych analiz miały tylko 0,0002 % siarki i ślady fosforu.

Ciężkość gatunkowa metalu bessemer. zdaje się być cokolwiek większą. Tunner oznaczył ją na 7,865, kiedy ciężkość gatunkowa żelaza innemi sposobami otrzymanego, ale téj saméj twardości wynosi 7,7—7,8. Buchner podaje ciężkość gatunkową różnych stopni twardo-

ści metalu bessemer. z rud styryjskich otrzymanego i walcowanego jak następuje:

Stopień twardości	Cięż. gatun.	Ilość węgla	Ilość krzemna
II	7,7913	1,35	0,02
III	7,8279	1,15	ślady
IV	7,8476	0,85	0,02
V	7,8562	0,72	0,03
VI	7,8658	0,53	ślady
VII	7,8718	0,11	ślady
Metalu nie walcowanego:			
	7,8240	0,60	0,008
	7,7230	1,05	0,01

Materyały.

Materyał opałowy jest tu potrzebny tylko do ogrzewania przyrządów przed wprowadzeniem do nich surowca lub téż do jego poprzedniego stopienia, jeżeli huta bessemerowska nie jest postawioną obok wielkiego pieca. W pierwszym razie służy koks lub węgiel drzewny, w drugim materyał odpowiedni przyrządowi, w którym się działanie odbywa. Zawsze jest lepiéj użyć koksu zmiast węgla drzewnego, gdyż daleko wyższą wydaje temperaturę, dlatego téż w niektórych miejscach, gdzie wielką zwracają uwagę, aby apparaty były dobrze ogrzane, jak np. w Neubergu używają koksu, chociaż tam znacznie droższego od węgla drzewnego. Bardzo byłoby korzystném i wygodném użyć w tym samym celu gazów palnych, gdyż te nie dają popiołu, a jednak wysoką zapewniają temperaturę, zwłaszcza jeżeli zakład bessemerowski jest postawiony obok pieca wielkiego, z którego możnaby owe gazy schwytane na gichcie bez wielkich kosztów przeprowadzić na miejscu. O ile mi wiadomo, ten sposób jeszcze nigdzie dotąd nie został zastosowany.

Surowiec, przed użyciem do właściwéj przeróbki, powinien znajdować się w stanie płynnym. Zachodzi tedy pytanie, czy korzystniéj jest użyć go wprost z wielkiego pieca w stanie jeszcze płynnym, czy téż przetapiać surowiec w piecach kupolowych lub płomiennych. Jeżeli surowiec jest bardzo zanieczyszczony, t. j. pomieszany z żuzlem lub téż zawiera w sobie wiele części obcych, to tylko wtenczas przetapianie z jednoczesném dodawaniem właściwych domieszek może być korzystném, w przeciwnym zaś razie nie wywiera żadnego

skutku, owszem nawet bywa szkodliwém, gdyż może surowca pozbawić pewnéj ilości węgla. Jeżeli zachodzi potrzeba poprzedniego przetapiania z powodu braku wielkiego pieca lub jakiéj innéj przyczyny, to będzie znów zależało od okoliczności i czystości surowca, czy użyć pieca płomiennego czy kupolowego. Z pierwszym jest manipulacya daleko łatwiejszą i dogodniejszą jak z drugim; lecz surowiec łatwo ulega zmianie w składzie chemicznym, jak nas o tém następujące analizy przekonywają:

	C	Si	Grafit
Surowiec zwierciadlany z Vordeinberga. . . .	4,08	0,43	—
Tenże przetopiony w piecu płomiennym. . . .	3,68	0.18	—
Surowiec szary z Edelsbach.	0,40	1,41	3,64
Tenże przetopiony w piecu płomiennym. . . .	0,94	0,88	2,48

Aby temu zapobiedz a zarazem oszczędzić na materyale opałowym, proponuje Bessemer użyć pieców płomiennych własnego pomysłu, składających się z dwóch trzonów jeden za drugim, z których drugi jest ruchomy. Znajdujący się na pierwszym surowiec stapia się, na drugim zaś jest tylko mocno rozżarzony, tak iż potém wprowadza się go w dwojakim stanie: płynnym i stałym do pieca bessemerowskiego, w którym następuje dopiero zupełne rozpuszczenie. W Anglii prawie powszechnie przetapiają surowiec, w Szwecyi, Austryi i wielu zakładach we Francyi i Niemczech gdzie mają czysty surowiec biorą go wprost z wielkiego pieca, który naturalnie musi być odpowiednio prowadzonym, aby wydawać produkt należytego gatunku.

Surowiec powinien być jasno-szary; biały bowiem zanadto prędko i silnie fryszuje, w skutek czego wiele go z pieca wyrzuconym zostaje a przytem oznaki do poznania końca procesu służące, stają się nie wyraźnemi. *Wedding* utrzymuje, że tylko ciemno szary surowiec zawierający wiele manganu ale pozbawiony siarki i fosforu może być użyty. *Tunner* podaje to jednak w wątpliwość z uwagi: że surowiec styryjski choć jasno-szary bardzo dobre rezultaty wydaje. Przeciwnie należałoby przypuścić, że właśnie ciemno szary surowiec jest mniéj odpowiedni, gdyż w pierwszych chwilach procesu zawarty w nim grafit w nadmiarze, którego on nie jest już w stanie rozpuścić, osiada na ścianach i dyszach, przez co one łatwo zatykać się mogą. Działanie chemiczne jest wtenczas bardzo zwolnione, temp. upada i cała massa zamarznięciem grozi. W Szwecyi otrzymywano z surowca jasno-szarego najlepsze rezultaty.

Najważniejszym warunkiem jest aby surowiec użyty nie zawierał ani siarki ani fosforu. W fryszerkach lub piecach pudlowych mogą te

ciała w części przynajmniéj być oddzielone, lecz tu gdzie proces odbywa się nierównie prędzéj i przy wyższéj temperaturze, jest to rzeczą niepodobną, zwłaszcza że utworzony żużel zostaje przez cały czas działania w nieustannym zetknięciu z metalem. Podług wszelkiego prawdopodobieństwa siarka i fosfor zachowują się tu jak następuje: z początku działania fosfor zostaje oddzielony z massy i jako fosforan żelaza przechodzi do żużla; lecz będąc w zetknięciu z żelazem metaliczném przy wyższéj temp. zostaje zredukowany, a fosfor wtedy napowrót do massy metalicznéj powraca. Również siarka może być w początkach usuniętą przez utworzenie się albo kwasu siarkowego, albo jakiego siarkokrzemianu, lecz te mogą także być następnie zredukowanemi. Z tych też powodów *Wedding* radził z pieca usunąć najpierwszy żużel jako najwięcéj zawierający szkodliwych pierwiastków i zastąpić go jakim innym żużlem; proponował nawet właściwy w tym względzie przy piecu przyrząd, co jednak nie znalazło poparcia. *La Salle* utrzymuje że węgiel i krzem znajdują się w surowym stanie zawieszonym, t. j. że oba są tylko pomieszane z massą metaliczną, siarka zaś i fosfor są w chemiczném połączeniu, a powietrze łatwiéj działa na ciała wolne niż w związku będące. Ztąd wnosi że dopiero po utlenieniu węgla i krzemna możnaby za pośrednictwem prądu powietrza siarkę i fosfor utlenić, co jednak byłoby koniecznie połączone z wytwarzaniem się znacznéj ilości tlenniku żelaza i dałoby produkt do użytku niezdolny. Teorya ta nie jest uzasadnioną, albowiem mała tylko ilość węgla znajduje się w wolnym stanie, daleko większa zaś w chemicznym związku z żelazem, ulega zatem tym samym prawom co siarka i fosfor.

Surowiec zawierający podług *Bessemer'a* 0,1% a podług *Weddinga* 0,05—0,06% siarki lub fosforu, ma być już nie dobrym do bessemerowania. *Tunner* zaś utrzymuje, że surowiec z Neuberga (w Austryi) posiadający do 0,2% siarki i 0,1% fosforu daje metal bessemerowski, który jeszcze bardzo dobrze do fabrykacyi szyn użyty być może. Szwedzki i styryjski surowiec, który wydaje najlepszą stal posiada 0,02—0,04% fosforu i siarki. Trudną bardzo jest rzeczą oznaczyć maximalną ilość ciał szkodliwych w surowcu, zależeć ona bowiem będzie: od gatunku oraz ilości innych ciał, np. manganu, przy którym zawartość siarki może być cokolwiek większą; od gatunku produktu otrzymanego (czy stal czy żelazo) i wreszcie do jakich wyrobów produkt ma być użyty. Wspomnieć jednak jeszcze należy, że jeżeli już rudy mają w sobie siarkę to przez staranne ich wyrusztowanie na gazach a następnie płukanie, można jéj ilość bardzo zmniejszyć a nawet ją zupełnie oddalić.

Krzem w małych ilościach nie tylko jest nieszkodliwym, ale owszem jest pożądanym, przyczynia się bowiem w pierwszym peryodzie przez utlenienie się do podwyższenia temp. i wytwarzania się pierwszego żuzla. Jeżeli w większych znajduje się ilościach, to nie może już być zupełnie oddzielony i sprawia iż żelazo staje się twarde i kruche. Pomimo tego jednak surowiec użyty w zakładach angielskich i szkockich do bessemerowania zawiera często do 4,5% Si.

Inne ciała jak glin, wapń i t. p. wprawdzie zanieczyszczają żelazo, ale nie są tak szkodliwemi jak wyżéj wymienione, dają się zresztą łatwiéj oddzielić ([1]).

Następujące analizy pokazują nam dokładnie różnicę surowca od metalu bessemerowskiego:

	Grafit	Węgiel Ch pół.	Si.	S	Ph
1	0	ślady	0	0,02	ślady
2	0	0,218	0	0,402	1,102
3	0	0,281	0	0,371	1,966
4	3,309	0	0,595	0,485	1,012
5	3,383	0	1,630	0,206	1,090

1 i 2 metal bessemerowski otrzymany z surowca składu podanego pod 4, zaś 3 metal z surowca pod 5 (Berg u. Hütt. Zeitung 1864 Nr. 35). Dokładniejsze analizy są następujące podane przez *Kerpely'ego* w Berg u. Hütt. Zeitung 1865 Nr. 49.

	Fe.	Mn.	Cu.	Al.	Ca.	P.	S.	Si.	C.	Grafit
1	93,73	ślady	0,072	0,005	0,006	0,013	0,186	2,273	0,209	3,632
2	94,60	ślady	0,080	0,007	0,009	0,030	0,208	1,269	0,099	3,412
3	95,34	ślady	0,051	0,005	0,008	0,022	0,148	1,188	0,208	2,812
4	98,56	0,076	0,104	—	—	ślady	0,007	0,049	0,377	0,652
5	99,82	0,072	0,067	—	—	ślady	0,088	0,052	0,004	0,645

1 2 i 3 surowiec szary, z którego otrzymywano metal bessemerowski 4 i 5.

Jako domieszki używają się: *spiż manganowo-żelazny* (Eisen-mangan), który jest mieszaniną surowca ze znaczną ilością (25—30%) man-

---

([1]) *Fremy* zapowiedział w r. 1863 nowy przez siebie wynaleziony sposób otrzymywania dobréj stali z każdego surowca bez względu na jego zanieczyszczenia i jego gatunek, lecz dotąd go jeszcze nie ogłosił.

ganu. Używa się jako środek oczyszczający, gdy w surowcu znajduje się wiele siarki lub krzemna. *Surowiec zwierciadlany* dodaje się w celu wprowadzenia węgla do żelaza, aby go twardszém uczynić. *R. Richter* proponował przy użyciu białego surowca dodawać cokolwiek *ołowiu*. Może się bowiem łatwo zdarzyć przy użyciu tego rodzaju materyału, że z powodu braku grafitu temp. do tego stopnia opadnie, iż w końcu massa metalowa krzepnie, ołów zaś utleniając się prędko wywiązuje znaczną część ciepła, która stan płynny utrzymuje, a przytem tlenek ołowiu przyczynia się do utworzenia łatwo topliwego żużla i do łatwiejszego oddzielenia się części obcych np. krzemna, glinki i t. p. *Sól kuchenna* lub *potaż* dodają się aby utworzyć rodzaj glazury na ścianach apparatu, zapobiedz tym sposobem częściowemu odłamywaniu się massy ogniotrwałéj i zabezpieczyć ściany od wpływu na nie surowca. *Proszek węglowy* dodaje się w celu zabezpieczenia powierzchni metalu od utleniania w czasie lania.

Przyrządy.

Nim przystąpimy do opisu samych przyrządów potrzebnych do prowadzenia procesu, należy parę słów wyrzec o urządzeniu huty. Jeżeli huta do bessemerowania ma być postawioną obok wielkich pieców już istniejących, wtenczas trzeba się stosować do miejscowości i z tego powodu huty takie nie zawsze dają się z należytą wygodą urządzić. Zwrócić jednak trzeba uwagę, aby przystęp do pieca bessemerowskiego był ile możności ze wszystkich stron łatwym, aby piec ten stał jak najbliżéj pieca wielkiego i komunikacya z nim była zupełnie wolną. Machina do wiatru powinna być postawiona w bliskości albo jeżeli to być nie może to przynajmniéj komunikacya z nią powinna być ułatwiona, aby dyrygujący działaniem mógł bez przeszkody wydawać rozkazy maszyniście. Kranik, formy, waga i inne przyrządy powinny być umieszczone w stosownych miejscach, tak aby dały się z wszelką wygodą używać i jedno nie zawadzało drugiemu. Prędkość bowiem i akuratność w wykonywaniu czynności są tu głównemi warunkami powodzenia się procesu.

Jeżeli huta wraz z wielkim piecem ma być nową postawioną, to témbardziéj trzeba więcéj zwrócić uwagi na wymienione okoliczności. Przy użyciu zaś surowca przetopionego w oddzielnych piecach, takowe powinny być umieszczone w bliskości pieca bessemerowskiego, a najlepiéj za nim i to tak, aby ich dna stały nierównie wyżéj dna pieca bessemerowskiego; *Boman* radzi piec bessemerowski tak ustawić, aby dno jego było 12 stóp niżéj dna pieca wielkiego a 6 stóp nad podłogą

huty. Takie rozłożenie da się tylko wtenczas zastosować, jeżeli miejscowość jest górzysta; w innym razie lepiéj jest piec umieścić w zagłębieniu okrągłém mającém 5—6 stóp, w środku którego jest kranik. Bardzo wygodne urządzenie przedstawia huta Neuberg w Styryi, któréj plan znajduje się w dodatku do Oestr. Zeitschrift f. Berg u. Hüttenwesen z roku 1865, jak również huta p. John Broson w Scheffield (w Anglii) opisana w roczniku hutniczo-górniczym Akademii Leoben i Schemnitz XII T. 1863.

Piece. Odróżniamy dwa systemy pieców: szwedzki i angielski. Pierwszy jest nieruchomy, trwalszy, tańszy i prostszy w urządzeniu, ale prowadzenie procesu jest w nim trudniejsze i nie tak dokładne jak w angielskim systemie. Piece angielskie są albo w całości, albo w części przynajmniéj ruchome; tu należą piece różnéj konstrukcyi jak: Bessemer'a, Fairbairn'a, Wilson'a Taylor'a, Mandoleg'a i Thal'a. Podamy z pierwszego systemu tylko piec *Stefanson'a*, a z drugiego piec *Bessemer'a* jako najpraktyczniejsze i dlatego najwięcéj rozpowszechnione. Inne bowiem mało jeszcze weszły w użycie, a rezultaty przez nie otrzymywane nie są jeszcze wiadome.

Piec szwedzki. Fig. 1 i 2 składa się z dwóch części, z których górna może być oddaloną gdy potrzeba jakie reparacye przedsiewziąść. Na zewnątrz jest otoczony grubą blachą żelazną, do któréj przymocowane są różne części, jak: skrzynia wiatrowa, léj do wlewania surowca i t. p., na wewnątrz zaś ma kształt sobie właściwy. Dno ściany cylindra, równie jak sklepienia są z cegły ogniotrwałéj, komin zaś i inne mniejsze części, które przychodzą w zetknięcie z metalem stopionym są obłożone massą ogniotrwałą, składającą się z 4—5 części kwarcu na 1 gliny. Dno pieca jest poziome, częściéj zaś cokolwiek nachylone do tego punktu, gdzie się spust odbywa. Pierwsza warstwa cegieł nad dnem, przez którą przechodzą kanaliki wiatrowe składa się z cegieł z powyższéj ogniotrwałéj massy, bardzo starannie i umyślnie na ten cel wyrobionych. Po dokładném sproszkowaniu i zmieszaniu części składowych owéj massy ubija się takową w formy żelazne, następnie suszy i wypala w naumyślnie do tego zbudowanych piecach. Każda cegła ma w środku kanalik, którego średnica jest zależną od ilości podobnychże cegieł umieszczonych w jednym szeregu, oraz od ilości powietrza które ma być wprowadzone do pieca. Tak np. w Szwecyi, gdzie zwykle ładunek wynosi 30 cet. surowizny, umieszcza się 19 cegieł z rurkami o 6 liniach średnicy. Cegły są ustawione pod pewnym kątem do kierunku promienia, a to dla tego, iżby wiatr wchodząc do massy metalicznéj zmuszał ją do wirowego obrotu. Pierwsza ta warstwa cegieł najwięcéj ulega zniszcze-

niu, dlatego téż po 4 — 5 razy przeprowadzonym procesie musi być zmienioną: wyższe warstwy cegieł daleko dłużéj wytrzymać mogą.

Również ważną rzeczą jest stosowne urządzenie skrzyni wiatrowéj *A*. Skrzynia ta w przecięciu mająca kształt prostokątny, okrąża piec ze wszech stron. Dawniéj była ona umieszczona w pewnéj odległości od niego i połączona z nim za pomocą kilku rurek; takie jednak urządzenie pokazało się niepraktyczném z powodu trudności czyszczenia tych rurek oraz wielkiéj straty powietrza; dlatego téż *Stefanson*, po licznych próbach, postawił skrzynię tuż obok pieca. W ścianie skrzyni przytykającéj do pieca są otwory wielkości odpowiadającéj cegłom, tak że można w razie potrzeby każdą cegłę odmienić nie rozbierając całego pieca. Na każdym otworze jest przynitowany pierścień *a*, stanowiący jakoby podporę dla rodzaju lejka *b* z surowca lanego, którego otwór jest dokładnie takiéj saméj średnicy jak otwór kanaliku w cegle *c*, wszystkie zaś inne szpary troskliwie zalepiają się gliną. Całe to urządzenie ma na celu zapobiegać stracie wiatru z powodu zbytecznego tarcia lub możliwych szczelin. W przeciwległéj ścianie skrzyni są również otwory *d* nieco większe jak w pierwszéj, umieszczone dokładnie naprzeciw każdéj dyszy. Każdy otwór jest zatykany blachą żelazną *e*, przytrzymaną ryglem *f* tak, że w razie potrzeby z łatwością usuniętą być może. *B* otwór do wprowadzenia surowca do pieca, który podczas trwania działania jest zatkany cegłą albo gliną, a cały lejek napełniony piaskiem. *C* otwór do wypuszczenia żelaza po skończonym procesie.

Piec Bessemera. Fig. 3 i 4, inaczéj nazwany retortowym lub gruszkowym, składa się z 3-ch części: z dna, środkowéj części i ze sklepienia wraz z kominem. Wszystkie są na zewnątrz otoczone grubą blachą żelazną, na wewnątrz zaś obłożone massą składającą się z $^2/_3$ części kwarcu i $^1/_3$ glinki ogniotrwałéj. Środkowa część jest opasana mocnym pierścieniem *a* z żelaza kutego, na którym z dwóch przeciwległych stron są osądzone czopy, opierające się na sztendrach przymocowanych do stałych fundamentów. Jeden z tych czopów *b* jest wewnątrz wydrążony i ku końcowi cokolwiek szerszy. W to rozszerzenie passuje dokładnie druga rura *c* stała, będąca w związku z miechami tak, że na około tejże czop może być obróconym bez straty powietrza. Powietrze przechodzi przez rurę *d* do skrzyni wiatrowéj *e*, która tu jest umieszczona pod piecem. Skrzynia ta z surowca lanego ma kształt płaskiego cylindra. W górném jéj dnie znajduje się pewna liczba otworów okrągłych (zwykle 7), których średnica powinna być tak wielką, aby można było przez nie dysze wielorurkowe (die Fern) przeprowadzić.

Ta ściana skrzyni ma często 3"—4" grubości, albo téż jeżeli ma tę samą grubość co inne ściany, to przynajmniéj brzegi rzeczonych otworów muszą być znacznie grubsze, aby służyć mogły za podporę dyszom, które oprócz tego są jeszcze pod spodem podtrzymywane cienkim pierścieniem do tegoż dna przymocowanym. Drugie dno składa się z platy żelaznéj przymocowanéj zapomocą szrub do ścian bocznych skrzyni. Dysze wielorurkowe muszą być bardzo starannie zrobione, bywają one zazwyczaj prasowane z massy składającéj się podług *Bessęmera* z kwarcu i glinki ogniotrwałéj po równych ilościach ([1]), wysuszone najprzód na wolném powietrzu a potém wypalone przez 18—66 godzin w piecach: bardzo wolno ostudzone. Mają kształt ostrokręgowaty 18" wysokości i zwykle 7 kanalików o 4", średnicy. Takowe dysze wyrobione w fabryce porcelany w Wiedniu, mogą 6—8 ładunków wytrzymać. Zaprawienie nowego dna jest rzeczą bardzo łatwą. W Austryi i Prusach robią go zwykle oddzielnie a następnie dopiero ustawiają w piecu. W tym celu używają ramki żelaznéj *m m* Fig. 11, któréj objemność równa jest części *s t u v* Fig. 3. Przymocowywa się tedy owa ramka na skrzyni, ustawia się dysze w odpowiednich miejscach i ubija się przestrzeń między niemi massą ogniotrwałą, następnie wyjmuje się ramka i stawia się gotowe dno, po należytém wysuszeniu w piec. W Anglii zaś inaczéj znów postępują: przymocowywują dysze na dnie pieca a następnie wlewają do niego z góry massę ogniotrwałą płynną, która całą przestrzeń między dyszami zapełnia i prędko krzepnie. Tak samo się postępuje, jeżeli idzie o odnowienie jednéj tylko dyszy.

W celu regulowania przystępu powietrza do retorty jest urządzony wentil *A*, zatykający rurę powietrzną w miarę wyjścia retorty z pionowego położenia. Na końcu drążka wentilowego jest umieszczony ciężar *g* usiłujący przycisnąć wentil. Sztaba wentilowa jest przymocowana do drążka, którego stały punkt jest w *n* a środkowa część opiera się na ekscentriku, przytwierdzonym do czopa retorty. Za poruszeniem się więc retorty a zatem i ekscentrika podnosi się i opada drążek wentilowy a z nim i sam wentil. Użycie jednak takiego przyrządu jest nie zawsze pewne i z tego téż powodu zupełnie go teraz zaniechano, uznając za lepsze regulowanie wiatru z wolnéj ręki.

Drugi czop *h* jest połączony z aparatem do obracania retorty; jako motor do tego używają się: albo zwyczajne tryby ręczne, albo tłok hydrauliczny, albo nakoniec oddzielna machinka parowa. Ostatni spo-

([1]) Lepiéj wszelako jest użyć mniéj glinki, aby zapobiedz kurczeniu; dla tego téż zdaje się że dobrego sposobu użyto w Rossyi, gdzie kanaliki są z blachy żelaznéj a do massy wchodzi bardzo mało glinki.

sób jest najlepszy, gdyż ruchy retorty odbywają się wtedy prędko i dokładnie. Na fig. 4 jest przedstawiony aparat hydrauliczny, jaki w Neubergu jest zastosowany.

Miechy. Wielkość, siła, a ztąd i konstrukcya miechów stosuje się do ilości i siły powietrza, które do pieca wprowadzić zamierzamy; powietrze bowiem działa tu nie tylko chemicznie ale i mechanicznie. Mając wprowadzić w ruch należyty całą massę metaliczną, musi być użyte pod odpowiedniém ciśnieniem a ilość jego odpowiadać musi ilości surowca poddanego działaniu.

Ilość powietrza potrzebna do zamienienia surowca na żelazo daje się z łatwością obliczyć. Weźmy np. surowiec styryjski zawierający:

grafitu.	2,63%	4,16
węgla chemi. połączon.	1,53	
krzemu.	1,79	
manganu.	4,24	
fosforu i siarki ślady		

Z jednego więc centnara surowca mamy do utlenienia 4,16 funt. węgla, 1,79 funtów krzemu, 4,24 funtów manganu i oprócz tego pewną część żelaza, mniej więcéj 5 funtów, jak z doświadczenia wiadomo.

Aby 4,16	funtów	C	zamienić	na	CO	trzeba	5,54	fun. tlenu.
„ 1,79	„	Si	„	„	SiO_3	„	2,04	„
„ 4,24	„	Mn	„	„	MnO	„	1,23	„
„ 5	„	Fe	„	„	FeO	„	1,42	„
						Summa	10,23	funt. tlenu.

Ponieważ powietrze użyte zawiera tylko 23% tlenu, potrzeba zatém $\frac{10,23.100}{23} = 44,47$ funt. powietrza, a że 13,63 stóp kubicznych waży 1 fun., zatém 44,47 fun. powietrza odpowiada objętości 606,12 stóp kubicznych. Jeżeli więc chcemy np. 60 centnarów surowca przerobić, to potrzeba nam będzie 36367,20 stóp kubicznych powietrza.

Ciśnienie wiatru oznacza się z równą łatwością. Przypuśćmy, że surowiec zajmuje w retorcie warstwę mającą 30 cali grubości, ponieważ cal sześć. surowca waży 0,26 funt. a zatém ciśnienie na 1 cal kwadratowy będzie 7,80 funt. wynosiło. Wiatr powinien jednak być wypychanym pod nierównie większém ciśnieniem, gdyż ma znaczne tarcie do przezwyciężenia a wreszcie powinien wchodzić z pewną siłą do metalicznéj massy. Widoczną więc jest rzeczą, że dla zadość uczynienia tym warunkom machiny miechowe muszą być nadzwyczaj silne i dobrze zbudowane. Używają się tedy albo miechy (Schubergebläse), albo, co jeszcze lepiéj, miechy systemu *Stichler'a i Leyser'a*, mogące 80 i więcéj poruszeń robić na minutę. Ostatnie ponieważ mało są jeszcze znane i wyłącznie tylko użyte do bessemerowania, opiszemy w krótkości.

Miech składa się z cylindra wewnętrznego, Fig. 8, leżącego, którego oba dna są wygięte, tak jak figura pokazuje. Otwory do wciągania lub wypuszczania powietrza są umieszczone w dwóch szranach: w dnie *a* i w samym cylindrze *b*, w szeregach na przeciw siebie leżących. Otwory te są zakryte pasami kauczukowemi *c* i *d*. Ponieważ zaś powietrze w hucie saméj często jest pyłem lub kurzem zanieczyszczone, sprowadza się tedy czysto z zewnątrz huty rurą *m*, dla tego téż pierwsze dno zakryte jest drugiém *f*. Urządzenie tłoka także zasługuje na uwagę. Składa się on ze skorupy żelaznéj, wypełnionéj drzewem i opasanéj dwiema sztabami stalowemi *g*, za któremi są jeszcze pierścienie kauczukowe *h*; przytem są w pewnych odległościach otworki w zewnętrznych ścianach tłoka, tak że powietrze dójść może za pierścienie kauczukowe. Jeżeli więc tłok odbywa ruch w kierunku od *X* ku *Z*, to powietrze wciśnięte w części *z* rozszerza pierścień kauczukowy i przymusza sztabę stalową do szczelnego przylegania do cylindra, gdy tymczasem druga sztaba stalowa jest zupełnie wolną a zatém tarcie odbywa się tylko na pierwszéj sztabce, stosunkowo na bardzo małéj powierzchni. To ściśnione powietrze rozszerza pierścień kauczukowy *d* i uchodzi otworami do rury *p*, z drugiéj zaś strony powietrze zewnętrzne cisnąc na pierścień *c* rozszerza go i uchodzi do części *X*. To samo działanie ma miejsce, ale odwrotnie, gdy tłok ma ruch przeciwny. Takie miechy idą nadzwyczaj spokojnie i zrządzają daleko większy skutek, jak wszystkie dotąd znane. Do obserwowania i oznaczenia zmian powietrza używają téż w Neubergu aparatu zbudowanego także przez Leyser'a i Stielera i podobnego do parowego indykatora.

Inny bardzo ważny przyrząd stanowi panwia stalowa (Stahlpfanne) Fig. 5 i 6, wraz z kranem. Panwia ta służy do przeniesienia żelaza z pieca do form i powinna być takiéj wielkości, iżby mogła objąć całą zawartość pieca odrazu. Panwia ta jest z grubéj blachy żelaznéj wyrabiana zazwyczaj, obłożona wewnątrz zwyczajną gliną a niekiedy massą składającą się z kwarcu i glinki ogniotrwałéj. Na dnie znajduje się otwór, przez który żelazo do formy wlaném zostaje. Umieszczenie tego otworu z boko okazało się lepszém, jak w środku panwi, gdyż tym sposobem znikały trudności jakie miano z jego dokładném zatykaniem, gdy panwia była napełnioną żelazem. Do otworu wkłada się naumyślnie na ten cel przygotowaną rurkę *a*, fig. 7, z massy ogniotrwałéj.

Położenie, oraz średnica téj rurki są ważne. Powinna ona być ustawiona zupełnie pionowo, tak iżby strumień żelaza mając stały kierunek nie tarł się o ściany wyższéj części formy i tym sposobem nie przyczynił się do utworzenia się zaskrzepu. Podobnież prąd żelaza nie powi-

nien być ani za cienkim ani za grubym; w pierwszym bowiem razie forma byłaby za wolno napełnioną, przezco mogłaby massa prędzéj krzepnąć nimby się forma napełniła a ztąd i zanieczyszczenia t. j. części żuzlowate, mechanicznie zmięszane z massą nie mogłyby się oddzielić; w drugim razie napełnienie się formy byłoby za nadto burzliwe, metal zmieszałby się z wielką ilością powietza a ztąd otrzymanoby żelazo pęcherzykowate. Otwór 2" średnicy okazał się najlepszym, że zaś kanalik łatwo ulega zepsuciu, dla tego téż powinien być tak urządzonym, aby go można było z łatwością zmieniać.

Rurka daje się zatykać za pomocą czopka *b* z massy ogniotrwałéj, przymocowanego do sztaby żelaznéj, tak jak fig. 7 wyraźnie pokazuje. Sztaba ta jest zgięta i drugi jéj koniec wychodzi za panwią, tak że może być za pomocą drąga *d* fig. 6 podniesiony lub spuszczony. Sztaba tak daleko jak jest w żelazie zanurzona, jest oblepiona gliną *e* fig. 6. Cała panwia opiera się czopami swemi na ramionach dźwigni *m*, która osadzona jest na na kraniku hydraulicznym. Trybiki *a* i *b* służą do obracania panwi w kierunku poziomym, zaś tryb *e* i szruba bez końca *f* do obracania saméj panwi w kierunku pionowym *n* jest tylko przeciw-ciężarem do utrzymania całego kranika w równowadze. Woda mająca wprowadzić cały aparat w ruch, jest zebraną w stojącym kotle wakkumulatorze, do którego z drugiéj strony powietrze wtłaczaném zostaje, tak że ciśnienie w tym zebraczu siły może być bardzo znaczne, chociaż rzadko więcéj jak 14—20 atmosfer potrzeba.

Za otworzeniem kurka ciśnienie udziela się wodzie w cylindrze *p* i przez to wypycha tłok *q* do góry. Żelazo z panwi wlewa się do odpowiednich naczyń czyli form (coquille). Formy te fig. 9 i 10 składają się z dwóch części: ze ścian bocznych i z dna. Pierwsze mają w przecięciu kształt kwadratowy z obciętemi kątami, cokolwiek węższe u góry, niżeli u dołu, a to dlatego, aby można było z formy od massy metalowéj wyjmować, a powtóre, aby zapobiedz tworzeniu się osadu na ścianach. Są one z surowca szarego, u góry zaopatrzone uszkami; dawniéj były bardzo grube 3—4 cali i to było właśnie przyczyną dla któréj bardzo łatwo pękały: dzisiaj robią je daleko ciensze, na 1,5 cala grubości, ale trzeba je niedługo po skrzepnięciu się massy oddalać. Podstawa składa się z dwóch części: z jednéj z surowca szarego, mającéj zagłębienie, w które wchodzi druga plata lana także z surowca na pół szarego (halbirt). Taka wytrzymuje łatwiéj zmianę temperatury, jak surowiec szary, a gdy pęknie, z łatwością da się nową zastąpić. Wreszcie muszą być formy oszwarcowane aby metal nie przylegał do ścian. Robi się to albo znanym sposobem grafitowania, albo też przez wypalenie smoły, która

na ścianach cienką warstwę węgla osadza. Ostatni sposób jest lepszy od pierwszego, albowiem przekonano się, że często warstwa grafitu, jeżeli w jedném miejscu jest zagruba, w czasie lania odpada, mięsza się z metalem który w tém miejscu staje się twardszym; produkt zatem będzie niejednorodny. Przez zastosowanie drugiego sposobu unika się tego, gdyż warstwa węgla jest cienka i wszędzie jednakowa i dobrze przylegająca do ścian formy.

Postępowanie i działanie chemiczne.

Przed rozpoczęciem procesu muszą być piece rozgrzane. Angielski ogrzewa się za pomocą koksu, szwecki zaś za pomocą węgla drzewnego; koks nie byłby tu bowiem przydatnym, bo dużo wydaje popiołu i łatwo się zlepia, tak że resztki z trudnością mogłyby być oddalone. Wprowadza się tedy materyał opałowy przez komin do pieca i puszcza się przez dysze najprzód bardzo słaby a potém coraz silniejszy (do 1,5 funt. ciśnienia) prąd powietrza. Czas trwania tego rozgrzéwania jest rozmaity; w niektórych miejscach jak np. w Neubergu, gdzie dbają o to, aby piec był bardzo gorącym, ogrzewanie trwa 2—3 godzin. Spostrzeżono tam bowiem, że im piec był gorętszym, tém gotowanie się massy bywało mniéj gwałtowne a przez to i mniéj metalu z pieca wyrzuconém zostawało.

W innych miejscach, gdzie nie tak wielką wagę do tego przywiązywano, ogrzewanie trwa nie całą godzinę.

Gdy więc piec otrzymał zamierzoną temperaturę, należy popiół i część węgla nie wypalonego z niego troskliwie usunąć. W angielskim odbywa się to bardzo prostym sposobem, przez przechylenie pieca na osi, poczem wszystkie luźne części same wypadają; w szweckim zaś wdmuchuje się silniejszy prąd powietrza, przez co popiół i węgiel uniesionemi zostają.

Zaraz po oczyszczeniu pieca należy stopiony surowiec do niego wprowadzić. Przy każdym systemie pieców jest różny sposób postępowania. Angielski tak się przekręca, aby oś jego była mniéj więcéj poziomo. Po wlaniu całéj ilości surowca puszcza się silny prąd powietrza a następnie dopiero przyprowadza się retortę do położenia pionowego. W szweckim zaś jednocześnie wprowadza się surowiec i puszcza wiatr, aby dysze nie zostały zalane massą płynną.

Ilość wziętego surowcu na jeden raz jest bardzo rozmaitą, wynosi średnio 40—60 centnarów. Z doświadczenia wiadomo, że niekorzystném jest wziąść mniéj jak 17 centnarów, gdyż wówczas uwolniony cieplik

w pierwszym peryodzie nie jest już dostateczny do utrzymywania massy w stanie płynnym. Najwyższa ilość nie jest jeszcze oznaczona. Rzecz naturalna że przy użyciu większéj ilości, muszą być piece i machiny odpowiednie wymaganiom. Największe ładunki były dotąd używane we Francyi w Assailly, gdzie wynosiły 100—120 centnarów. Dochodzą jednak wiadomości o budowie teraz w Anglii retorty na 200 centnarów a we Francyi nawet na 300 centnarów. Nie zdaje mi się jednak aby to się dawało przeprowadzać z korzyścią.

Rozpoczyna się tedy działanie chemiczne mające na celu zamienienie surowca na żelazo lub na stal. Działanie to daje się rozdzielić na trzy peryody, które również jak przy processie pudlowania charakteryzują się odmiennemi oznakami. Do tych oznaków należy głównie: wejrzenie płomienia, okazanie się dymu i iskier.

Pierwszy peryód albo peryód tworzenia się żużla charakteryzuje się tém, że płomień jest krótki, często nawet nie okazujący się za kominem, mało swiecący, koloru ciemno-żółtego, w brunatny wpadającego i mało iskier wyrzuca. W piecu słychać jednostajny odgłos, przerywany od czasu do czasu mocném uderzeniem massy o ściany. Zdarza się często, jeżeli surowiec był takiego składu, iż mógł dostarczyć wiele żużli i wydzielić wiele grafitu, że dysze w części zatkane zostaną, wskutek czego ilość powietrza dostarczonego do pieca będzie znacznie mniejszą, chociaż ciśnienie jego będzie powiększoném. Tak np. przy użyciu ciemno-szarego surowcu t. j. surowcu otrzymanego przy bardzo gorącym biegu pieca wielkiego, płomień jest znacznie krótszy, wszystkie wyżéj przytoczone oznaki daleko słabsze a czas trwania tego peryodu bez porównania dłuższy. Zdarzyło mi się widzieć w Heft właśnie taki przypadek. Użyto ciemno-szarego surowcu i po 5 minutach biegu zatkały się dysze, tak iż manometr okazywał 16 funt., kiedy normalne ciśnienie wynosiło zaledwie w tym peryodzie 10 funt. na 1 cal kwadratowy. Ten peryód trwał 50 minut, przy użyciu zaś białego surowcu trwał tylko 1—2 minut. Przy końcu peryodu oswobodzają się dysze od osadów a zatém i ciśnienie wiatru opada.

Drugi peryód czyli gotowanie się massy objawia się przez pokazanie się pasków fioletowych w płomieniu i znaczne powiększenie się tegoż, przyczem zarazem staje się jaśniejszym, bardziéj świecącym. Iskry pochodzące ze spalenia się drobnych części żelaza metalicznego, przestają się okazywać, ale natomiast większe ilości żuzli wyrzuconemi z pieca zostają. Przy bardzo gorącym biegu powtarzają się wyrzucenia bardzo często; żuzel jest koloru blado zielonawego aż do czarnego, jest dziurkowaty i zawiera w sobie wiele ziarnek żelaza. Uderzenia w piecu

stają się głośniejszemi, jak w pierwszym peryodzie. Powstaje przytem dym koloru jasno-brunatnego, tém większy, im działanie jest silniejsze i im mniéj surowiec zawierał grafitu.

Aby gotowanie nie było tak silne, a zatém i nie było tak dużo wyrzuconéj massy, można ciśnienie wiatru o 3—4 funt. zmniejszyć; zmniejszenie o więcéj byłoby nie korzystne, gdyż wtenczas peryód ten trwałby za długo. Zresztą stopień ciśnienia powietrza zależeć powinien od gatunku surowca: tak np. surowiec szary gotuje się daleko spokojniéj jak biały; dla pierwszego więc można użyć większego ciśnienia wiatru jak dla drugiego. Przy użyciu surowcu otrzymanego przy bardzo gorącym biegu pieca zdarza się często, że płomień jest od początku drugiego peryodu aż do końca działania jasnym, bez zafarbowania, przejście zaś z drugiego do trzeciego peryodu odbywa się prawie bez żadnych wyraźnych oznąk.

Przy końcu drugiego peryodu przestaje się metal gotować, dym znika, płomień staje się najprzód różnokolorowym a potém coraz jaskrawszym. Zaczyna się wtedy *trzeci peryód*, który charakteryzuje się czystością płomienia i okazywaniem się iskier od palącego się żelaza. Ilość tych iskier wkrótce tak się powiększa, że zdaje się jakoby jaskrawy płomień wychodził z pieca. Po kilku minutach płomień ten zmniejsza się a nawet zupełnie ustaje i uderzenia w piecu stają się coraz mniéj głośnemi.

Teraz zachodzi największa trudność, która daje się przezwyciężać tylko przez wielką wprawę prowadzącego robotę; chodzi tu bowiem o to, ażeby wedle pomienionych przypadłości oznaczyć stosowny punkt odwęglania się massy metalowéj i tym sposobem otrzymać stal pożądanéj twardości.

Daleko łatwiéj oznaczyć jest punkt zupełnego odwęglania czyli punkt, przy którym żelazo czyste otrzymaném zostało. Dla tego przy systemie angielskim prowadzi się działanie do zupełnego odwęglenia a następnie przez dodanie cokolwiek surowcu zwierciadlanego czyli przez wprowadzenie na nowo węglika do massy metalowéj zamienia się dopiero żelazo na stal. Bessemer tłumaczy to sobie inaczéj: przypuszcza, iż nie węgiel ale krzem zawarty w surowcu ma nadawać metalowi pewne własności; że zaś ten już w pierwszym peryodzie prawie zupełnie usuniętym został, nowe więc dodanie surowcu wprowadza do metalu nową ilość krzemu, który ma być potrzebnym do utrzymywania bloków mniéj kruchych, większéj gęstości i bez pęcherzyków powietrznych. To przypuszczenie wyraźnie jednak jest błędném, gdyż surowiec zwierciadlany prawie wcale albo bardzo mało krzemu zawiera.

Tauner utrzymuje przeciwnie, że przyczyną większéj gęstości bloków jest przedłużenie działania trzeciego peryodu, w skutek czego temperatura massy daleko powiększoną została. Metal stał się przez to płynniejszym a zatém i więcéj zbitym w odlewach. Co się zaś tyczy kruchości, to ona także łatwo usprawiedliwić się daje. Może się bowiem zdarzyć, że żelazo zostało utlenioném i tlennik zmieszanym został z metalem. Wprowadzony więc węgiel do surowca redukuje tlennik, wytwarza się tlennek węgla i żelaza. Trudno jednak i tym sposobem tak prowadzić robotę, aby zawsze otrzymać stal pożądanéj twardości, gdyż niepodobna jest dokładnie wiedzieć ile żelaza utlenioném zostało, ile zatém węgla potrzeba do otrzymywania zamierzonego produktu. Proponowano tu użyć analizy spektralnéj do oznaczenia dymu i płomienia wywiązującego się i tym sposobem nietylko dokładnie oznaczyć peryody ale szczególniéj koniec działania. Pokazało się to jednak niepraktycznėm, gdyż dym i płomień, chociaż z jednego gatunku surowcu nie zawsze jest jednakowym.

W niektórych miejscach, np. w Gracu miarkują sobie czas od początku peryodu i do niego stosują działanie; lecz i to nie jest dokładném ([1]). Przy za długo prowadzonym processie i przy nie wyraźnych oznakach można wiele żelaza spalić, jak to np. w Heft miało miejsce. Użyto tamże ciemno - szarego surowcu, przyczem niepodobna było oznaczyć końca działania; otrzymano więc 60% spalonego żelaza, t. j. tlenniku żelaza i 40% ciężkiego i ciemnego żuzla. Płomień okazujący się w trzecim peryodzie był nadzwyczaj wielki.

Działanie chemiczne jest następujące: w pierwszym peryodzie utlenia się najprzód żelazo i utworzony tlennik łączy się z również utle-

---

([1]) Podczas mego pobytu w Neubergu (w Czerwcu 1866 r.) robiono próby, które na tém polegały, aby w czasie działania processu brać próbki z massy metalicznéj i z wejrzenia i własności tychże wnieść o stanie metalu. W tym celu zmniejszono liczbę dysz w piecu szwedzkim do 2, naprzeciw siebie leżących i mających 20 linii średnicy. Przez tak znaczny otwór można było z wielką łatwością drut przeprowadzić i zanurzyć w massie płynnéj. Pokazało się jednak, że potrzebaby nadzwyczaj wielkiéj wprawy, aby z wejrzenia massy, przyczepionéj do drutu, osądzić do jakiego stopnia doszło działanie. W Rossyi w Niżnim Tachilsku jest podobno ta metoda w użyciu (Berg und Huttenmämnische Zeitung 1864). W Weteżyńsku w gubernii Wiatskiéj chciano ją nawet do pieca angielskiego zastosować. Wprowadzono wiatr do pieca przez jedną tylko dyszę $1^3/_4$ cala średnicy, która była z boku umieszczona. Działanie trwało cokolwiek dłużéj, bo 22 minut, zamiast 15 przy większéj liczbie dysz, jednak rezultaty były pomyślne. Lepiéj jeszcze udawał się proces przy użyciu 2 dysz o $1^5/_8$ cala średnicy.

nionym krzemem znajdującym się w surowcu i tworzy krzemian żelaza. Jednocześnie i mangan wchodzi w części z krzemem w tenże sam związek, ztąd powstaje krzemian manganu, w części zaś łączy się z siarką lub fosforem, które to ostatnie związki późniéj, jak to już nam wiadomo napowrót rozłożonymi zostają.

Utworzony w ten sposób żuzel przyjmuje jeszcze do siebie część kwasu krzemnego pochodzącego ze ścian pieca a przybierając przez to naturę kwaśną, staje się zdolnym do przyjmowania znacznéj jeszcze ilości tlenniku żelaza. Grafit tylko w małéj ilości spalonym zostanie, jeszcze mniejsza część zostanie mechanicznie uniesioną a reszta przechodzi w związek z żelazem.

W drugim peryodzie wytworzony żuzel służy do utlenienia węgla. Tlennik bowiem żelaza przechodzi w tlenek, wytwarza niedokwas węgla a ten sam tlenek żelaza, w skutek przystępu powietrza zamienia się znowu napowrót na tlennik i służy poniekąd za pośrednika pomiędzy tlenem powietrza a węglem, pomimo iż niezaprzeczenie i bezpośrednie pomiędzy niemi kojażą się związki. W tym peryodzie większa część węgla zostaje wypaloną, reszta zaś w ostatnim peryodzie i to także w części przez żuzel, w części wprost przez powietrze.

Zobaczmy teraz, jaki zachodzi stosunek między powietrzem wepchniętém do massy metalowéj a gazami z niéj uchodzącemi, a łatwo wytłumaczą się zjawiska wyżéj przytoczone, tyczące się wielkości płomienia i uderzeń w piecu.

Powietrze składa się z 80 części azotu i 20 części tlenu na objętość. W pierwszym peryodzie przyjąć trzeba, że cała ilość tlenu zostaje absorbowaną, wchodząc w związek z żelazem, manganem, krzemem i t. p. a zatém tylko azot uchodzi. W drugim peryodzie oprócz 80 części azotu, uchodzi znaczna ilość tlenku węgla utworzonego najprzód wprost przez połączenie się tlenu powietrza z węglem, a powtóre przez połączenie się tlenu utworzonego poprzednio żuzla zasadowego z węglem. Ilość uchodzących gazów w tym peryodzie będzie mniéj więcéj dwa razy większą jak w pierwszym, i to jest właśnie przyczyną gotowania się metalu i dających się słyszeć małych eksplozyj. W trzecim peryodzie ilość wywiązujących się gazów jest znowu znacznie mniejszą, ale wiele cząsteczek czystego żelaza uniesionych zostaje i te wchodząc w zetknięcie z powietrzem wypalają się i owego powyżéj wzmiankowanego wybuchu iskier stają się powodem ([1]).

([1]) Roscoe robił poszukiwania spektralne płomienia i dymu uchodzącego (Ztschr. f. analyt. Chemie. II J.). Spektrum było składu bardzo skomplikowanego, okazywały się wyraźne linie sodu, potasu i litynu i prócz tego wiele innych jeszcze nieoznaczonych.

Temperatura jest wynikiem działań chemicznych przy wypalaniu się żelaza, manganu, krzemu a szczególniéj węgla. Rzecz więc jasna, że temperatura będzie tém wyższą, im gwałtowniejsze będzie działanie, im więcéj będzie ciał łatwo w związek z tlenem wchodzących i im mniéj z utworzonych związków z dymem uchodzić będzie. Z tychto przyczyn w pierwszym peryodzie temperatura podwyższoną zostanie, w drugim zaś, z powodu uchodzącéj wielkiéj ilości gazów, zniżoną a w trzecim znów cokolwiek podwyższoną, a to o tyle o ile żelazo spaloném będzie. Wytłumaczy się tu więc łatwo trudność użycia białego surowca. Nie zawiera on bowiem ani części obcych, przynajmniéj bardzo mało, ani grafitu, następuje więc zaraz z początku drugi peryód, znaczna część cieplika zostaje absorbowaną przez uchodzący tlenek węgla i wkrótce temperatura nie jest dostateczną do utrzymywania massy metalicznéj w stanie płynnym. Tunner utrzymuje, że możnaby temu zapobiedz przez użycie powietrza poprzednio ogrzanego. Temperatura więc w piecu zależeć będzie od gatunku samego surowca i im ciemniejszy, tém wyższą być może, a ztąd téż tém lepszy produkt.

Po skończonym processie następuje działanie czysto mechaniczne, idzie bowiem o wydobycie produktu z pieca i wlanie go do form. Przy każdym systemie pieców postępuje się odmiennie. Przedewszystkiem trzeba, aby panwia, mająca służyć do przenoszenia metalu, była dobrze ogrzaną. Ten warunek jest koniecznie potrzebnym i ważniejszym jak mocne ogrzewanie pieca przed jego użyciem; massa metalowa przechodząc bowiem do zimnego naczynia mogłaby łatwo, przynajmniéj w części skrzepnąć. Panwia ta ogrzewa się albo przez wypalenie węgli drzewnych w niéj saméj albo przewraca się ją i stawia nad małym piecykiem Seffström'a. Panwia więc dobrze ogrzana ustawia się pod piecem. Ze szwedzkiego pieca wypuszcza się metal tak jak się wypuszcza surowiec z pieca wielkiego lub kupolowego. Prądu powietrza nie wstrzymuje się póki cała massa metalowa nie zostanie do panwi wylaną, gdy zaś to nastąpi należy jak najprędzéj panwię przeprowadzić nad formy i wlać do nich metal, aby był w stanie ile możności jak najgorętszym, a to jest koniecznie potrzebném, gdyż inaczéj żuzel nie mógłby się od metalu oddzielić.

Piec zaś angielski po skończonym processie obraca się na około swéj osi tak, aby nabrał położenia poziomego; wstrzymuje się prąd powietrza i zostawia się massę metalową przez kilka minut w spokojności. Celem tego jest, aby się żuzel mógł dobrze od metalu oddzielić i nad nim zebrać, a gdy to nastąpi, można go wlać do panwi. Rzecz naturalna że im gorętszy jest metal, tém dłużéj go będzie można w retor-

cie w spokojnym stanie zatrzymać, co jest zawsze pożądaném. To działanie w piecu szweckim w żaden sposób wykonaném być nie może i ono stanowi właśnie wielką zaletę pieca angielskiego; ztąd téż to pochodzi, że odlewy z tego ostatniego są zawsze czystsze i gęstsze jak z pierwszego. Panwię przeprowadza się nad formy tak, aby otwór do wypuszczenia metalu stał dokładnie nad środkiem formy; przez podnoszenie drąga *d* wypuszcza się tyle metalu, aby forma była do $^3/_4$ wysokości napełnioną. Odlewanie powinno być wykonaném z największą prędkością, gdyż od tego zależy większa lub mniejsza strata massy metalowéj i zarazem gęstość i czystość odlewu. Po usunięciu panwi należy formę jak najprędzéj przykryć, aby metal w chwili skrzepnięcia był pod pewném ciśnieniem; zdaje się bowiem, że żelazo również jak inne metale: srebro, miedź w chwili skrzepnięcia wypuszczają z siebie znaczną ilość absorbowanych gazów a przez to powiększają swoją objętość i stają się dziurkowatemi ([1]). Przykrywają więc w wielu miejscach metal w formie najprzód cienką blaszką żelazną, następnie wsypują parę łopatek piasku suchego i przykrywają w końcu grubą blachą żelazną, którą za pomocą klinów przypartych do uszek formy mocno przyciskają. Fig. 10 pokazuje taką formę w przecięciu napełnioną i przykrytą.

W innych miejscach używają po prostu ciężarów żelaznych, pasujących dokładnie do formy. Boman radzi zastosować naczynia kommunikujące, szczególniéj do cienszych odlewów i miękkiego metalu. W tym celu radzi używać skrzynki albo ramki żelaznéj, w któréj układają się promienisto kanaliki z glinki ogniotrwałéj, przestrzeń zaś między nimi napełnia się massą ogniotrwałą. W środku ustawia się jedna forma a na około niéj nad otworem każdego kanału sześć innych cokolwiek niższych. Metal wlewa się do środkowéj formy a ztąd przechodzi następnie do bocznych; te ostatnie pokazują się tak gęstemi, że ich wcale przykrywać nie trzeba: widziałem w Heft z wielką korzyścią zastosowany ten sposób.

Po wylaniu metalu należy panwie z osadów metalicznych i ze skorupy glinianéj uwolnić: należy również i piece dobrze obejrzeć, wyskrobać części obstające, oczyścić dysze i przekonać się o ich długości, słowem trzeba zaraz piec i panwie do następnego ładunku przygotować. Gruner (Etat present de la methalurgie du fer en Angleterre) utrzymuje,

---

([1]) Fremy i Callehet analyzowali te gazy i przekonali że się składają z 38,6 – H, 39,2 - CO, 12,2—N.

że w Anglii skoro tylko retorta wypróżnioną i oczyszczoną zostanie, zaraz ją na nowo napełniają, aby korzystać z gorącego jéj stanu i że to tyle razy powtarzają, dopóki futrówka pieca nie będzie mocno uszkodzoną, co zwykle po 24 godzinach ma miejsce; oszczędza się więc jeszcze na materyale opałowym, potrzebnym do rozgrzewania pieca przed jego użyciem.

Wkrótce po skrzepnięciu metalu w formach należy go z nich usunąć, w przeciwnym bowiem razie za nadtoby się rozgrzały i mogły pęknąć.

Dobrze odlany blok jest tém gęstszym, im jego powierzchnia górna jest gładszą. Im dłużéj proces był prowadzony, t. j. im odwęglenie daléj postąpiło, tém metal jest gruboziarnistszym; w przeciwnym zaś razie t. j. im metal jest twardszym, tém więcéj jest drobnoziarnistym, stosunkowo ciemniejszego koloru i blasku, na swéj zaś zewnętrznéj powierzchni okazuje natenczas daleko więcéj dziurek jak miękki metal. Zupełnie przeciwne są oznaki, mechanicznie już przerobionego (walcowanego) metalu: najtwardszy pokazuje drobne, jasne i świecące się ziarno, miękki zaś metal jest więcéj koloru szarego metalowego i ma ziarno daleko grubsze.

Na téj więc zasadzie, stosownie do wejrzenia w odłamie, można odróżnić pewne gatunki metalu bessemerowskiego, dla skontrolowania zaś i dokładniejszego oznaczenia gatunku, jeżeli o to idzie, używa się jeszcze innych prób, jak np. oznaczenia absolutnéj wytrzymałości, zachowania się przy kuciu i szwejsowaniu, nareszcie oznaczenie ilości węgla sposobem docematycznym Eggertz'a. W Neubergu odróżniają 7 gatunków czyli numerów:

Numer	Ilość węgla	absolutna wytrzymałość na kw. st.	przedłużenie w procentach.
1	2,55		
2	0,10		
3	0,72	1200	5
4	0,57	990	10
5	0,46	800	15—20
6	0,37	640	20—25
7	0,25	540	30—35

Nr. 1 i 2 ogrzane do temperatury żarzenia dają się kuć ale nie szwejsować; nr. 3 daje się cokolwiek szwejsować. Nr; 4 i 5 szwejsuje się zupełnie; nr. 5 daje się hartować; nr. 6 odpowiada żelazu drobnoziarnistemu; nr. 7 zaś żelazu miękkiemu.

Metal bessemerowski ulega tym samym manipulacyom, co i żelazo lub stal, innemi sposobami otrzymywane, t. j. przechodzi pod młot i następnie zostaje walcowanym, z tą tylką różnicą, że nie potrzeba metalu rozgrzewć do tak wysokiéj temperatury, jak zwykłe żelazo. Grubsze sztuki mogą być od razu w odpowiednich wymiarach i formach odlane tak, że tu odpada zupełnie pakietowanie i szwejsowanie. Celem walcowania jest więc tylko nadanie produktom większéj gęstości i wytrzymałości oraz udzielanie im właściwego kształtu.

Produkta z pieca bessemerowskiego są następujące: 1) czysty metal w blokach, 2) skorupy albo osady pozostałe w panwiach lub w piecu, 3) odpadki przez rozlanie,4) odpadki przez wypryskiwanie z pieca, 5) żużle. Drugi produkt t. j. skorupy z pańwi, które są zawsze téj samęj twardości i gatunku co i metal i tylko są zanieczyszczone żuzlem, dają się w fryszerkach lub piecach płomiennych przerobić i wydają bardzo dobre żelazo: inne odpadki najlepiéj w piecu wielkim przetopić.

Wedle tego, co powiedziałem, zastanawiając się nad dwoma systemami pieców widzimy, że tak jeden jak i drugi ma swoje zalety.

Przy bardzo czystym surowcu, otrzymanym na węglu drzewnym zasługuje system szwecki na pierwszeństwo. Urządzenie jego jest prostsze i mniéj kosztowne a co ważniejsza, można z jednakową siłą machin do wiatru użyć dwa razy większego ładunku, jak przy piecu angielskim; tylko wypuszczenie metalu odbywa się zawsze za nadto wolno, trwa bowiem do 1$^1/_2$ minuty a wiatr działając przez ten czas na metal znajdujący się jeszcze w piecu zmienia go w swoim składzie i przyczynia się do wielkiéj jego straty. Piec zaś angielski ma za sobą łatwość prowadzenia processu i ruchomość całego aparatu, co przedstawia tę jeszcze wielką zaletę, że przy jakim zdarzonym przypadku podczas processu, można cały ładunek łatwo wyjąć i ochronić przez proste przechylenie retorty.

Nareszcie przemawia za tym systemem większa pewność w otrzymywaniu produktu, gdyż zjawiska oznaczające peryody są wyraźniejszemi jak przy szweckim piecu.

Rezultaty metody Bessemera są bardzo różne, jak to podana poniżéj tabella średniéj rocznéj produkcyi kilku zakładów nam okazuje; zależą one od wielu przyczyn, ktore w każdym zakładzie mogą być inne a zatém wcale powiedzieć nie można ażeby proces dał się w jedném miejscu prowadzić zupełnie tak jak w drugim: owszem przez liczne tylko i ciągłe doświadczenia przy danych miejscowych warunkach dochodzi się wreszcie do pomyślnego wypadku.

Wymienienie huty	Ilość surowcu do jednego ładunku w centnarach.	Czas trwania processów w minutach.	Ciśnienie wiatru w funtach.	Ilość otrzymanego metalu w prC.
1) Königshülte w Szlązku górnym.	70	20		
2) Bessemera w Scheffield.	20—30	23	15	
3) Brown'a w Scheffield.	60	17	17—18	75—80
4) w Heft (w Styryi)	36	18	8—12	81,9
5) w Gracu (w Styryi)	66	21	12—27	85,7
6) w Neubergu (w Styryi)	70	29	16—22	86,6
7) w Turrach (w Styryi)	29	32	$7\frac{1}{2}$—17	87
8) w Hörde	70—80	25—30		
9) Marienhülte w Saksonii	52	24	12—25	81,5

W Königshülte używano surowcu szarego otrzymywanego na koksie z rud brunatnych i gliniastych. Surowiec używany w Scheffield pochodzi z rud czerwonych. W Heft, Gracu, i Turrach brano surowiec na pół szary (halbirt) otrzymywany ze spatu żelaznego, w Neubergu surowiec szary z rud mieszanych spatu z brunatną rudą. Czas trwania pojedyńczych peryodów zależy zupełnie od gatunku surowca; tak np. w Neubergu trwa pierwszy peryód w przecięciu 16 minut, drugi 9 minut, a trzeci 4 minuty; w Gracu zaś, gdzie mają daleko bielszy surowiec, pierwszy peryód trwa 4 minuty, drugi 14 minut, trzeci 3 minuty.

Z otrzymanego metalu podanego w ostatniéj rubryce, tylko około 85% jest w czystych blokach, reszta składająca się z odpadków i odłamów musi być jeszcze przerobioną w fryszerkach lub piecach płomiennych zanim się da użyć; istotna zatém strata żelaza przez żuzlowanie (kalo) wynosi 13—18%, w Szwecyi nawet tylko 12%. Jest ona wprawdzie daleko większa jak w piecach pudlowych, jednak zwrócić uwagę należy, że przy dalszém przerabianiu albo raczéj przy walcowaniu, strata zato jest bardzo małą i wynosi zaledwie 2—5%. W Anglii strata przez żuzlowanie ma teraz wynosić tylko $2\frac{1}{2}\%$ (?) (1).

Ilość węgla drzewnego potrzebnego do ogrzewania pieca i panwi wynosi mniéj więcéj 1,2 stóp kubicznych na centnar produktu.

Nie od rzeczy wreszcie będzie zwrócić uwagę na część ekonomiczną tego processu. Podług obliczeń podanych przez Tunner'a w Ro-

(1) Ztschr. d. Ver. deutsch. Ing. X.

czniku hutniczo-górniczym austryjackim z r. 1866, koszta produkcyi wynoszą w Gracu 5,2 guldenów za centnar austryacki metalu w blokach, licząc do tego centnar surowca po 4,26 guldenów, oraz koszta dalszego wyrobienia czyli walcowania; koszta produkcyi będą więc cokolwiek większe jak koszta żelaza zwyczajnym sposobem otrzymanego. Tak np. szyny otrzymywane w Hörde, całkiem z metalu bessemerowskiego były o 40% droższe od szyn z żelaza pudlingowego; szyny otrzymywane w Gracu, u których tylko głowa była z metalu bessemerowskiego sprzedawano po 6 guldenów, zaś zupełnie z metalu kosztowały 8,5 guldenów centnar austryacki. W Anglii u Brown'a wypadały po 9,40 guld. za centnar. Jednak dodać wypada, że takie szyny są nierównie trwalsze od innych. Przekonano się bowiem, że w tym samym czasie i przy jednakowych warunkach zużyto 16 szyn żelaznych, kiedy szyny ze stali bessemerowskiéj nieznacznie tylko ucierpiały.

Aby dać wyobrażenie jak wielką jest obecnie produkcya tego metalu, dość przytoczyć że w Anglii w ciągu 6 lat powstało 17 bessemerowskich zakładów, które razem mają 60 pieców i produkują 121,800 centnarów tygodniowo; czyli rocznie koło 6,000,000 centnarów.

NASZE MATERYAŁY BUDOWLANE.

Podając tu pobieżny przegląd cząstki naszego bogactwa kopalnego, nie możemy mieć żadnéj pretensyi do wyczerpania przedmiotu potrzebującego wieloletniéj specyalnéj pracy; chcieliśmy tylko zachęcić światłych naszych ziomków do pracy na tém polu i zarazem dać możebność zużytkowania wiadomości dotychczas zebranych.

Gips.

Ważny ten materyał budowlany, którego zastosowanie coraz więcéj rozpowszechnia się i w rolnictwie, znajduje się w południowych stronach Królestwa: 1) pomiędzy Szkalbmierzem a Proszowicami, 2) w dolinie Nidy, 3) przy Staszowie, 4) w okolicach Krzeszowic i Krzemieńca.

Następujące miejscowości posiadają łomy tego minerału:

Basan, Bieniątki, Biórków mały, Błogocice, Bobrek, Bochnia, Bogucice (pod Pińczowem), Bolowice, Bronocice, Chotel czerwony (przy Wiślicy), Chwałowice, Ciuślice, Dolowice, Doły-Łabędzia, Działoszyce, Dziemierzyce, Gaik Goliszewski, Głubczów, Gorysławice, Górki, Jakóbowice, Kościejów, Kowary, Krzemieniec, Lelowice, Luborzyce, Łaszów, Łyszkowice, Małoszów, Markocice, Nadola (przy Busku), Niewiatrowice, Połecznica, Podgórze, Pietrzkowice, Posądza, Pierocice, Przecławice, Racławice, Rybna, Sielec, Siesławice, Skotniki, Słupów.

Na miejscu w łomie korzec gipsu kosztuje około 15 kop.

Wapno.

Bardzo liczne łomy kamienia wapiennego istniejące u nas, czynią zbyteczném ich wymienianie; zauważyć tu jednak warto, że przy ich obfitości i stosunkowéj taniości paliwa, wapno tak niezbędne do

każdéj budowli, jest u nas zadrogie. Złe leży w nieumiejętnéj produkcyi. Za dowód niech posłużą następujące dane, zebrane w miejscowości K.... w Opatowskiem. „Do wypalenia 40 sążni wapienia wychodzi 150 sążni drzewa dębowego i sosnowego; jeżeli wypalenie się uda, wapna będzie około 800 korcy, w przeciwnym razie 600 tylko; korzec sprzedaje się na miejscu od 67½ kop. do 90.” Wziąwszy powyższe dane za temat możnaby napisać kilkuarkuszową krytykę, ale czyby się na co zdała? czyby to wpłynęło na właścicieli, aby zaprzestali robić fuszerkę? Tyle co do wapna tłustego.

Wapno hydrauliczne naturalne czyli tak zwany *roman-cement* wyrabiają u nas w jednéj tylko miejscowości, mianowicie w Sławkowie; wapno to jednak czy to skutkiem niestosownéj fabrykacyi, czyli téż nieodpowiednich naturalnych przymiotów wapienia, wiele pozostawia do życzenia. Brak kapitałów, a raczéj brak zupełnéj inicyatywy ze strony posiadających takowe, nie pozwala na rozwinięcie się u nas téj użytecznéj i zyskownéj produkcyi. Dowodami opartemi na rozbiorze chemicznym można przekonać, że kraj nasz posiada bogate materyały, których eksploatacya nadałaby znaczny rozwój tego rodzaju przemysłowi.

Istnieje u nas jeden tylko zakład w Grodźcu pod Dąbrową, w którym przerabiają wapno zwykłe na hydrauliczne czyli na *Portland-cement*. Wzorowe prowadzenie téj fabryki przynosi znaczny dochód światłemu właścicielowi a zaszczyt p. Konaszewskiemu (inżynierowi, b. uczniowi szkoły dróg i mostów w Paryżu), który umiejętnie potrafił postawić ją na téj stopie, że swe wyroby z korzyścią spienięża na targach zagranicznych. Sąsiedni a dumni z swéj przemysłowéj cywilizacyi Niemcy, przyznając wyższość naszemu Portland-cementowi, nieomieszkują jednakże dodawać, że „to jest jedyny nie surowy produkt polski, który oni nabywają.” Jakkolwiek dogodna jest miejscowość wspomnionéj fabryki, położonéj w bliskości kopalni węgla i kolei żelaznéj, jednakowoż znaleźć u nas łatwo warunki również dobre, mianowicie taniość paliwa, obok niepotrzebnego podwójnego wypalania produktu. Wartoby może żeby kto o tém pomyślał, dlaczego mamy opłacać haracz Anglii, kiedy możemy uczynić ją swym hołdownikiem.

Cegła i glinka ogniotrwała.

Kto nie zna naszéj cegły? Dawniéj, *polski most* wszedł w przysłowie, z postępem czasu i *polska cegła* przejdzie do potomności. Co

dzień to gorsza, co dzień to droższa cegła u nas. Nasza cegła nie mając żadnego z dobrych przymiotów francuzkiéj, droższą jest od téj ostatniéj. Czyja wina?

Cegłę i glinkę ogniotrwałe sprowadzamy z Anglii, dlaczego? czy u nas jéj nie ma? A któż jéj kiedy szukał?

Glinki ogniotrwałe posiadające mniéj lub więcéj wymagane przymioty znajdują się: w Iży, Rzuchowie, Chmielowie, Łagowie, Bodzechowie i t. p. Kopalnie te znane od lat kilkudziesięciu, a niektóre od kilku wieków dostarczają glinki do wyrobów cegły ogniotrwałéj, naczyń glinianych czyli kamiennych i fajansu.

Na drodze z Chmielowa ku Jędrzejowicom (w Opatowskiem) w formacyi tryasowéj znajduje się glinka, używana w fabryce Denkowskiéj; fura glinki na miejscu płaci się 75 kop.

Na wschód od Kunowa, w gruntach należących do wsi Janik, w miejscowości zwanéj *Sadłowizna* znajduje się kopalnia mało odkrytéj glinki, którą używają do wyrobów fajansowych w Małachowie.

W bliskości osady fabrycznéj Nietolisko z parowu zwanego *Tkaczów-dół*, ił czerwono-fioletowy używany był w fabryce Ćmielowskiéj.

Smug *Szczepaniec* na gruntach Nietoliska zawiera glinkę, z któréj wyrabiane są naczynia fajansowe w Małachowie.

Wólka Bartowska, Bokowie dostarczają glinki do Ćmielowa.

Cegłę ogniotrwałą wyrabiają fabryki prywatne na małą skalę w Denkowie i Małachowie, sprzedając sztukę po kop. 5; takaż fabryka rządowa na większą skalę w Brodach, wyrabia cegłę z glinki Łagowskiéj: koszta wyrobu 100 cegieł wynoszą 3 rsr. 45 kop.

Cios i kamienie do budowy w ogóle.

Północne strony kraju naszego, zarzucone przybłędami skandynawskiemi, posiadają wyborne materyały głównie do dróg bitych, do budowli bowiem rzadko bardzo są używane z przyczyny swéj twardości, a tém samém trudnéj obróbki i swych, z małym wyjątkiem, niedostatecznych rozmiarów. Południowe za to strony obfitują w doskonałe materyały, które używane były dawniéj do znakomitszych budowli, czego ślady pozostały już to w kościołach, już w gruzach zamków minionych wieków.

Stosunkowo do swego składu chemicznego, kamień do budowy dzieli się u nas na dwa rodzaje: wapień i piaskowiec; każdy z nich

stosownie do formacyi i miejcowości, z których pochodzi, rozróżnia się na kilka gatunków.

Wapień.

1. *Wapienie trzeciorzędowe.* Kamień ten barwy zwykle białéj, żółtawy, żółtawo-brunatny bywa ziarnisty, spojny, miękki przy wydobyciu z łomu, a twardniejący na powietrzu. Znakomite jego pokłady znajdują się w Zyznowie (pod Klimontowem). Grubość warstw dochodzi do 1 m. Skały te występujące na przestrzeni kilko-morgowéj, w wielu miejscach nie są pokryte ziemią i wystawione na działanie atmosfery, prawdopodobnie przez jednę lub więcéj epok geologicznych, nietylko nie noszą na sobie śladów zniszczenia, ale tak są twarde, że po kilkokrotném silném uderzeniu młotkiem, zaledwie drobny kawałek odtrącić można. Skały te mogłyby wydać doskonałe ciosy. Podobny gatunek kamienia występuje na północy Klimontowa, około Pęchowa, Zakrzewia, Nasławic i Sternalic, ale na małych przestrzeniach i w cienkich pokładach.

Łomy wapienia trzeciorzędowego zdatnego do budowli znajdują się około Starego Konstantynowa, Międzyborza, Latyczowa, Boru i Krzemieńca.

Inny gatunek nosi nazwę *wapienia heterosteginowego*, barwy białéj, żółtawéj i żółtawo-brunatnéj, niekiedy rozkruszone ułomki zwierzokrzewów i heterosteginów spojone razem, stanowią warstwy na kilka stóp grube. Wapień ten doskonały na ciosy, wytrzymały na zmiany atmosferyczne, (czego dowodem może posłużyć kościół gotycki w Działoszycach z średnich jeszcze wieków), znajduje się w następujących miejscowościach:

Boczkowice, Bronina, Chotel zielony, Cisie, Doły-Łabędzia (pod Sancygniowem), Giebałtów, Jewinów (pod Działoszycami), Książ mały i wielki, Łagiewniki, Magierów, Mianocice, Pęczelice, Pietrzkowice, Pińczów, Rzędowice, Swięcice, Staszów, Szaniec, Szczaworys, Uniejów, Zborów.

2. *Wapień z formacyi jura.* Wapienie te bywają zwykle jasno i szaro-szamoa, lub popielato-żółtawe, jednostajne, ścisłe. Grubość warstw dochodzi do kilku stóp. Mogłyby dostarczyć doskonałych ciosów, niektóre nawet miejscowości posiadają gatunek zdatny na kamienie litograficzne. Brak specyalnych badań nie pozwala na danie większych szczegółów. Pokłady tego wapienia rozciągają się pomiędzy Małogoszczem a Korytnicą, Wadowicami a Kentami; u stóp Bieski-

dów, w Inwałdzie i Choczynach, dalej w Krakowie, Ojcowie, Pomorzanach, Włodowicach, Częstochowie, Kromołowie i Kłobucku. W téj formacyi należałoby szukać wapienia, mogącego wydać wapno hydrauliczne.

3. Wapień tryasowy i dewoński. Złożenie tych wapieni będąc mineralogicznie zbliżone, daje możność połączenia ich w jeden dział. Barwa tego gatunku bywa ciemniejszą, często ciemno-szara, złożenie ścisłe, przełam zadziórowy, czasem muszlowy, przez szlifowanie nabierają poloru; grubość warstw dochodzi do 0,50 m. Używają tych wapieni na wapno, do budowli gospodarskich i na szosę. Wierzchnie warstwy zwykle połupane czynią dogodniejszemi łomanie kamienia. Nasze krajowe marmury pochodzą wszystkie z dewońskiéj formacyi. Twardość a ztąd trudna obróbka tego kamienia sprawia, że jako ciosy nie są używane, jednakże przy cokolwiek większym wydatku z łatwościąby przyszło stawiać marmurowe kamienice.

Wapienie te zalegają okolice Śto-Krzyskie i wybrzeża Dniestru, mianowicie: Kielce, Zyznów, Kobylany, Krępa (przy Plancie), Iwaniska, Ujazd, Włostów, Tudorów, Łagów, Zagaje, Chęciny, Doleszyce i t. d.

Piaskowiec.

1. Kwarcyt. Jest to piaskowiec formacyi dewońskiéj, w którym ziarnka kwarcu są jakby zlane. Bywa różnéj barwy, białawy, szary, jasno-brunatny, zielonkowaty. Zajmuje on znaczne przestrzenie w kraju naszym, pasmo gór Śto-Krzyskich z odnogami idącemi na północ i południe, składa się z tego gatunku kamienia. Nie wszędzie jednak kwarcyt posiada też same przymioty. Miejscami pokłady tego kamienia są łupkowe, kruche, zwane *rupeciem* od okolicznych mieszkańców, gdzieindziéj chociaż warstwy grubieją, tak jednak są połomane i kamień tak kruchy, że tylko do szosy i do murów mniejszych rozmiarów może być zużytkowanym. Znajdują się jednakże miejca, gdzie kamień ten łomać można w ciosy wielkich rozmiarów. Kamień ten bywa twardy, nadzwyczaj spojny, wytrzymały na zmiany naszego klimatu, wyborny może stanowić materyał budowlany, lepszy od granitu, nie zawiera bowiem feldspatu, mającego własności rozkładowe. Dawniéj umiano oceniać ten kamień o czém świadczą ruiny zamków w Ujeździe, Ossolinie, Łomnicy, Konarach, Międzygorzu. Kwarcyt wydobywany z tych ruin nie stracił żadnéj z swych pierwotnych własności, zachował nawet całą swą świeżość na powierzchni.

Kamień ten posiadając twardość kwarcu, z którego się składa i będąc przytém bardzo spójnym, mógłby zdaje się z korzyścią być użytym jako kamień młyński i tym sposobem nietylko zastąpić francuzkie i inne zagraniczne, ale nadto stanowić ważny artykuł wywozowy. Mógłby także z korzyścią być użytym na chodniki, któreby były i tańsze od teraz sprowadzanych z zagranicy i lepsze od tych ostatnich ([1]), a w końcu pieniądze zostałyby w kraju.

Zdaje się również rzeczą niezaprzeczoną, że mógłby być używany do bruku kostkowego i zastąpić porfir zagraniczny.

Kwarcyt bywa często popękany, szczeliny jednak tak są ściśle złączone, że tylko po liniach, mających barwę odmienną od samego kamienia, a jeszcze lepiéj po uderzeniach młotkiem, rozpoznać je można; jeżeli odgłos jest dźwięczny, można być pewnym jednolitości sztuki, przeciwnie odgłos przytłumiony (jak w garnku pękniętym) okazuje istnienie szczelin, i takie sztuki odrzucać należy czy one mają służyć do budowy, czy do bruku.

Przy téj sposobności niech mi będzie wolno zwrócić uwagę pp. inżynierów miasta tutejszego na bruk kostkowy. Bruk ulicy Wierzbowéj, który istnieje od niespełna lat 6-ciu, i który takie summy kosztował, znajduje się już dziś w złym stanie; jeszcze lat parę, a nikt nie pozna, że ulica ta brukowaną była kiedyś kostkami.

Złe leży w systemie samym brukowania, w nierówności kostek i w zbyt wielkich odstępach, zostawionych między niemi. Zasada brukowania ulic kostkami, zależy na ułożeniu ich wpoprzek ulicy, jednych obok drugich w kształcie łuku mało wygiętego, opierającego się na chodnikach, jako na filarach; tym sposobem po dokładném ułożeniu i ubiciu kostek, żadna z nich nie usunie się pod ciężarem i bardzo długo profil pozostanie niezmienionym. Tymczasem, brukując tylko środek ulicy kostkami, profil nie może zostać jednakowym, łuk pierwotny zamieni się w linią prostą a nawet wklęsłą, kostki bowiem, prąc na boki zabrukowa neokrąglakami, łatwo takowe usuną, robiąc między sobą coraz większe odstępy i tym sposobem wystawiają swe krawędzie na obtarcie kołami.

([1]) Syenit używany obecnie w Warszawie obok niezaprzeczonych przymiotów jakie posiada, po pewnym przeciągu czasu wyszlifuje się, a tym sposobem straci najważniejszą własność wymaganą dla chodników.

Nierówność kostek sprowadza konieczne zaklęśnięcie się tych, które mają mniejsze powierzchnie.

Wspomnę tu nawiasem o naszych rynsztokach, których bez pomocy mostków przebyć niepodobna: czyby nie należało, przynajmniéj na główniejszych ulicach, przerobić takowe na wzór zagranicznych?

2. *Biały piaskowiec* (formacya Keupra) znajduje się w Kaszowie, Dołach, Krynkach, Janikowie, Szydłowcu, Szydłówku i t. d. Wszystkie te łomy znane są dobrze naszym rzeźbiarzom, zkąd corocznie pewną ilość sprowadzają na pomniki i inne wyroby sztuki.

Kamienica na Wierzbowéj ulicy postawiona była z piaskowca szydłowieckiego, nowo-budująca się wieża ratusza tego również używa kamienia.

Skały piaskowca w Szydłowcu sterczą na powierzchni w południowéj stronie miasta. Grubość warstw dochodzi do 0,50 m., są one prawie poziome i za pomocą klinów wbijanych w szczeliny, łatwo dają się łupać na ciosy rozmiarów żądanych. Za stopę kub. ciosu obrobionego na grubo żądają na miejscu 37½ kop, za dostawę zaś do Warszawy od każdego centnara 30 kop. (stopa ma ważyć 125 funt.).

Szydłówek o 3 wiorst od Szydłowca, posiada kamień lepszy i w grubszych warstwach od Szydłowieckiego.

Piękny kościoł w Szydłowcu wystawiony był z tego kamienia.

Piaskowiec z Janikowa, położonego w pobliżu Zawichosta jest miękki po wydobyciu go z łomu, daje się przerzynać piłą zębatą, wystawiony przez pewien przeciąg czasu na działanie powietrza, przyjmuje na siebie twardą skorupę, która go chroni od wszelkich wpływów klimatu. Łatwy do roboty, przyjmuje wszelkie ornamenta nawet ażurowe. W Sandomierskim i Opatowskim bardzo jest używany do wyrobu figur, posadzek i t. p. Płyta mająca 1 łok. dług., 18 cali szerok. i 3 do 4 cali grub., obrobiona, kosztuje na miejscu 10 kop. Kamień ten łatwo może być sprowadzany wodą do Warszawy.

Najwięcéj znany jest piaskowiec z Kunowa, którego mieszkańcy, wszyscy prawie rzeźbiarze, dostaczają okolicom w promieniu kilku a nawet kilkunasto-milowym wyrobów sztuki. Sztuka ta wprawdzie na niskim stoi stopniu, znaleźć jednakże można pomiędzy rzeźbiarzami Kunowa wielu, którzy mają jéj poczucie i dobry smak; szkoda że nie mają oni znikąd wskazówki ani pomocy.

Rozróżniają tu trzy gatunki piaskowca:

Kamień z *górnéj skały*, zupełnie biały, bardzo ścisły, łatwy do wyrobu, bez żadnych skaz, dający się łupać w ciosy do 9 metrów kub. objętości. Mało jednakże używany, ponieważ odkrycie łomu kosztowałoby 150 rub. sr.

Kamień z *dolnéj skały*, białawy z plamami czerwonemi, grubość warstw od 0,15 m. do 0,40 m.

Kamień z *Choiny* biały, nieco-żółtawy, ścisły, twardy, do wyrobu trudniejszy, grubość warstw dochodzi do kilku metrów; używa się na osełki, toczydła i koryta do kół wodnych (mało wciąga w siebie wody), dobywają go z przymiarkowych dołów.

Na miejscu w łomie stopa kub. francuzka (stopa fran. = 0,325 m.; stopa polska = 0,288 m.; spekulanci zaś kupujący ciosy od tamtejszych kamieniarzy dają im miarę równającą się 0,385 m., jako długość stop. fr.) ciosów, mających najwyżéj do 20 stóp kub., płaci się 15 kop. Od bloków większych rozmiarów płaci się kilka groszy na stopie wyżéj. Jedna tafla posadzki kamiennéj mającéj łokieć kwad. powierzchni, a grubości 3 do 4 cali, płaci się 30 kop. Wyroby pomnikowe płacą się od sztuki; mniéj więcéj jednak stopa kubiczna wypada 1 rsr. Ołtarz kamienny wcale dobrego wyrobu kosztuje 150 rsr.

Wszelkie wyroby i ciosy wysyłają się przez Zawichost; przesyłka do Zawichosta jednéj stopy kub. pols. kosztuje $22\frac{1}{2}$ kop.; od Zawichosta do Warszawy tyleż. Osią z Kunowa do Warszawy przesyłka w każdéj porze kosztuje 75 kop. od stopy kub.

Doły i Krynki, dwie miejscowości leżące opodal od Kunowa posiadają nieprzebrane łomy piaskowca białego, tegoż samego gatunku. Kamień dolski używany był do budowy szluz, mostów i innych zabudowań fabryki żelaza w Nietolisku. Tysiące ciosów tego kamienia przygotowanych od lat kilkudziesięciu (podobno jeszcze od Staszyca według podania miejscowego), zalega przestrzenie na Dołach i brzegi Wisły w Zawichoście; widać o nich już i zapomniano, w Warszawie jednakże dla oszczędności budują się wybrzeża (bulwarki) drewniane!

3. Pstry piaskowiec, noszący nazwę swéj formacyi, bywa różnéj barwy, czerwona jednak przeważa. Używany był dawniéj na chodniki, schody i wyroby pomnikowe w Warszawie. Sprowadzano go z Wąchocka i Nosowa (wieś leżąca o kilka wiorst od Kunowa). Zajmuje u nas znaczne przestrzenie, szczególniéj na północ od gór Śto-Krzyskich. Stanowi on dobry materyał budowlany. Wzdoły pod Bodzentynem dostarczają kamieni młyńskich. Katedra Opatowska z pstrego piaskowca liczy już 5 czy 6 wieków swego istnienia; oddrzwia zamku niegdyś

Ossolińskiego w Ujeździ z tegoż kamienia, wytrzymały również dwuwiekową próbę.

Kończąc ten przegląd materyałów budowlanych nadmienić muszę, że dla braku danych niepodobna było opracować tego przedmiotu wszechstronnie; między innemi nie wspomniałem o wytrzymałości materyałów, chociaż próby niektórych robione były u nas, ale liczby wypadkowe podane w pismach publicznych widocznie przez ludzi niekompetentnych, trzeba uważać za urojone.

W. Z.

O regulatorach przy maszynach parowych.

PRZEZ

Mieczysława Salasz.

Wiadomo jest, jak wielki wpływ wywierają w różnorodny sposób powstałe opory na dobroć każdéj maszyny: im większy opór objawia się, tém bardziéj nieregularnie a tém samém nie ekonomicznie maszyna parowa pracować będzie, pociągając za sobą ogromną różnicę w wydatku na materyale opałowym. W celu wyrównania oporów, jako téż aby powiększenie i pomniejszenie tychże, np. przez wprowadzenie w ruch i zatrzymanie maszyn roboczych (Arbeitsmaschinen) uczynić nieszkodliwemi, służą do tego koła szalone i regulatory. Tych ostatnich po największéj części do dziś dnia używają zwracając działanie jego na klapę parową (Drosselklappe), pomimo że rzeczą jest dowiedzioną, iż w ten sposób działające regulatory tak mały, a tylko chwilowy skutek wywierają, że możnaby go za całkiem nieistniejący uważać; powtóre, że znane są inne regulatory stojące w połączeniu z przyrządem expansyjnym, zwracając działanie jego na zasuwkę sówakową lub na osobny wentyl zamykający.

Zadaniem mojém jest dowieść teoretycznie, że li tylko regulatory w połączeniu z suwakami expansyjnemi (Expansionsschiber) odpowiadają celowi, a przeciwnie regulatory działające na klapę parową żadnego skutku w działaniu nie odnoszą.

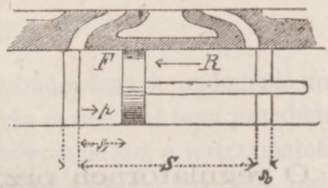
W tym celu pozwalam sobie oprzeć się na znanych formułach w mechanice, te są:

$$N = \frac{S}{75\,(1+\delta)\,\beta}\left(k - \frac{a+f+q}{(a+p)\,(\varepsilon+\sigma)}\right) \ldots (1$$

$$k = \frac{\varepsilon}{\varepsilon+\sigma} + \log \text{na} \frac{1+\sigma}{\varepsilon+\sigma} \ldots\ldots\ldots (2$$

$$S = F\,.\,c\,.\,\beta\,.\,(a+p)\,(\varepsilon+\sigma) \ldots\ldots\ldots\ldots (3$$

$$a + R = (p+a)\,(\varepsilon+\sigma)\,k \ldots\ldots\ldots\ldots (4$$



Gdzie N oznacza liczbę koni,
F . . . powierzchnię tłoka,
p . . . ciśnienie na jednostkę powierzchni tłoka,
S . . . ilość spotrzebowanéj pary na sekundę,
$\varepsilon = \frac{S_1}{s}$ tak nazwany stosunek expansyjny (Expansions-verhältniss),
S_1 droga, podczas któréj para działa w cylindrze bez expansyi, poczém działanie wywierane jest na tłok samą rozprężliwością pary, s zaś droga, jaką tłok przebiega w cylindrze parowym.
$\sigma = \frac{S_0}{s}$ stosunek wyrażany zawsze w procencie.
S_0 oznacza tak zwaną szkodliwą przestrzeń (Schädlichen-Raum).
R . . . sumaryczny opór (Gegendruck) na tłok wywarty przez jednostkę kwadratową.
q . . . opór ze strony wychodzącéj pary ze skrzynki suwakowéj.
f . . . opór stały a niezależny od działania (Leistung) maszyny.
δ . . . wyrażone w procencie, oznacza opory z przyczyny tarcia.
c . . . średnią chyżość tłoka.
a i β są ilości stałe, które Pambour w następujący sposób podaje:

dla $^2/_3$ aż do $3^1/_2$ atmosfer $\left\{ \begin{array}{l} p = 0{,}00005 \\ a = 1200 \end{array} \right.$

dla 2 aż do 5 atmosfer $\left\{ \begin{array}{l} p = 0{,}00004713 \\ a = 3019 \end{array} \right.$

$$\sigma = \frac{S_0}{s} = 0{,}05 \text{ czyli } 5\ \%_0.$$

Biorę za przykład maszynę opatrzoną regulatorem w połączeniu z klapą parową (Drosselklappe).

Przestawmy tęż klapę bez zmiany paliwa w kotle, w skutek tego ciśnienia pierwotne w cylindrze p zmieni na p_1
i tak np., że $p > p_1$. Wstawiam w formułę . . (4 . . p_1 w miejscu p, będzie więc:

$$a + R = (p_1 + a)(\varepsilon + \sigma) k.$$

Widoczną jest więc rzeczą, że maszyna powolniéj będzie pracować, gdyż mniejsze ciśnienie ma do przezwyciężenia tenże sam opór; w téj chwili zaś w skutek częściowego zatrzymania pary przez zastawienie kla-

py skupia się para w kotle i siłą otwiera napowrót klapę parową. W skutek tego ciśnienia p_1, a więc i szykość posuwania się tłoka w cylindrze coraz bardziéj powiększa się, dopóki nie osięgnie normalnego ciśnienia p i pierwotnéj szybkości.

Widzimy więc, że w ten sposób urządzony regulator działa tylko chwilowo, a zatém nie odnosi celu swego przeznaczenia. Według mego zdania lepiéj jest przy konstrukcyi maszyny parowéj zupełnie pominąć regulator, aniżeli tenże w taki sposób działający uczynić.

Przystępuję teraz do regulatora działającego na zasuwkę suwakową:

$$a + R = (a + p)(\varepsilon + \sigma)\,k \ldots\ldots (4 \ldots \text{czyli}$$

$$a + p = \frac{a + R}{k(\varepsilon + \sigma)} \ldots\ldots\ldots\ldots (\alpha \ldots \text{gdzie}$$

$$k = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + \sigma} + \log \text{na} \cdot \frac{1 + \sigma}{\varepsilon + \sigma}$$ t. j. że k jest funkcyą expansyi, a, $\varepsilon = \frac{S_1}{s}$.

Zamieńmy teraz stosunek rozprężliwości ε na ε_1, a mianowicie aby $\varepsilon_1 > \varepsilon$, czyli innemi słowy powiedziawszy powiększamy ilość pary w cylindrze, a zmniejszamy miejsce na rozprężliwość.

Podług zestawionéj tabeli przez Pamboura, wiadomém jest, że,

jeśli $\varepsilon = 1/_{10} \ldots$ to $(\varepsilon + \sigma)\,k = 0{,}392$
„ $\varepsilon = 1/_2 \ldots$ „ „ $= 0{,}855$
„ $\varepsilon = 9/_{10} \ldots$ „ „ $= 0{,}995$.

Z tych zestawionych liczb na pierwszy rzut oka spostrzedz się daje, że $(\varepsilon + \sigma)\,k < (\varepsilon_1 + \sigma)\,k_1$ być musi. Porównawszy to równanie z równaniem (α), otrzymamy: $a + p_1 < a + p$, czyli że:

$p_1 < p$, a więc ciśnienie w cylindrze zniżyło się.

Z formuły (3) wynika, że:

$$\beta)\ldots \begin{cases} c = \dfrac{S}{\beta \cdot F\,(a+p)(\varepsilon+\sigma)} & \text{w naszym zaś przypadku będzie} \\ c_1 = \dfrac{S}{\beta \cdot F\,(a+p_1)(\varepsilon_1+\sigma)}. \end{cases}$$

Daléj z formuły (4) okazuje się, że:

$$(a+p)(\varepsilon+\sigma) = \frac{a+R}{k},$$ w naszym wypadku zaś:

$$(a+p_1)(\varepsilon_1+\sigma) = \frac{a+R}{k_1}$$

porównywam ostatnie 2 równania, a że $k_1 < k$, otrzymamy $(a+p_1)(\varepsilon_1+\sigma) > (a+p)(\varepsilon+\sigma)$ odniosłszy to do równania (β) jasno okazuje się, że $c_1 < c$.

Tak więc szybkość zmniejszyła się, wiadomo zaś, że skutek pożyteczny (Nutzeffekt) każdéj maszyny, zawisł od szybkości, a zatém także i siła koni będzie mniejszą; gdyby $\varepsilon_1 < \varepsilon$ było wzięte, czyli gdybyśmy dozwolili mocniéj expansować (nie należy zapomnieć, że $\varepsilon = \frac{S_1}{S}$) natenczas szybkość, a więc i skutek pożyteczny maszyny byłby większym.

Okazałem jak się zachowuje ciśnienie pary i szybkość przez zmianę rozprężliwości (Expansion), widoczną jest rzeczą, że na téj zasadzie połączywszy regulator z przyrządem expansyjnym, będziemy w stanie podług naszéj woli regulować zupełném osiągnięciem skutku.

Przy téj sposobności pozwalam sobie załączyć najkorzystniejszy stosunek expansyjny ε.

$$N = \frac{S}{75\,(1+\delta)\,\beta}\left(k - \frac{a+f+q}{(a+p)\,(\varepsilon+\sigma)}\right) \ldots (1$$ wyraziwszy dla krótkości.

$$\frac{a+f+q}{a+p} = m$$ jako ilość stałą niezależną od expansyi: a

$$k = \frac{\varepsilon}{\varepsilon+\sigma} + \log na.\,\frac{1+\sigma}{\varepsilon+\sigma},$$ wtedy

$$N = \frac{S}{75\,(1+\delta)\,\beta}\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon+\sigma} + \log na.\,\frac{1+\sigma}{\varepsilon+\sigma} - \frac{m}{\varepsilon+\sigma}\right)$$

Ponieważ tylko wyrażenie w klamrze zawarte, jest funkcyą expansyi; będzie: $\frac{\varepsilon}{\varepsilon+\sigma} + \log n.\,\frac{1+\sigma}{\varepsilon+\sigma} - \frac{m}{\varepsilon+\sigma} =$ maximum, czyli

$$\frac{\varepsilon-m}{\varepsilon+\sigma} + \log n.\,\frac{1+\sigma}{\varepsilon+\sigma} = \text{max.}$$ różniczkując, będzie:

$$\varepsilon = m.$$

Najkorzystniejszy więc stosunek expansyjny będzie $\varepsilon_m = m = \frac{a+f+q}{a+p}$, a więc zawisł od ciśnienia w cylindrze i od różnych oporów (Gegendruck). Wstawiwszy ten stosunek w pierwsze równanie, otrzymamy: $N_{mex} = \frac{S}{75\,\beta\,(1+\delta)}.\log n.\frac{(1+\sigma)\,(a+p)}{a+f+q+(a+p)\,\sigma}$, a to będzie największa liczba koni, jaką przy jednéj i téj saméj maszynie otrzymać można.

Można tę ostatnią formułę wyrazić inaczéj, wyrugowawszy z niéj spotrzebowanie pary S.

$S = \beta.F.c.(a+p)(\varepsilon+\sigma)$ na sekundę, wstawiwszy to równanie w ostatnie, otrzymamy:

$$N_{mex} = \frac{F.c.(a+p)(\varepsilon+\sigma)}{75\,(1+\delta)}.\log n.\frac{(1+\sigma)\,(a+p)}{a+f+q+(a+p)\,\sigma}.$$

Pola d. 25 marca 1867 r.

Annales du Conservatoire.

Między wydawnictwami peryodycznemi zagranicznemi poświęconemi technice, w jakie obfituje Francya i Anglia, jedno z pierwszych miejsc trzyma bez zaprzeczenia „Annales du Conservatoire des arts et metiers.” Pismo to w każdym z swoich numerów zawiera artykuły tak opracowane, że obznajmienie się z niemi dla budowniczych projektujących jest oniemal niezbędne. Szczególniéj téż kwestya ogrzewania i wentylacyi w ostatnich czasach traktowana jest w tém piśmie z wszelką możliwą drobiazgowością.

Szereg doświadczeń dokonywanych z polecenia Konserwatoryum nad rozmaitego rodzaju przyrządami ogrzewania i wentylacyi doprowadziły do rezultatów wykazujących, które z tych przyrządów i w jakiego rodzaju budowlach mogą być z korzyścią projektowane.

Właśnie w N. 24 za rok ubiegły, spotykamy artykuł obszerny p. Morin o kaloryferach ogrzanych powietrza z kanałami dymowemi poziomemi lub téż pionowemi. Kaloryfer pierwszego rodzaju urządzony w wielkim amfiteatrze Konserwatoryum sztuk i rzemiosł odbudowany na nowo w r. 1863 i znajdujący się w stanie bardzo dobrym, jak niemniéj kaloryfer o kanałach pionowych, urządzony w szkole municypalnéj przy ulicy Petits-hotels, przedstawiał dogodne pole do doświadczeń. Z doświadczeń tych robionych z wszelką dokładnością okazało się, że kaloryfery pierwszego rodzaju, t. j. z kanałami poziomemi mogą być tylko stosowane w budynkach obszernych dlatego, że bardzo jest korzystném dawać bardzo wielkie powierzchnie ogrzewania przy tego rodzaju kaloryferach tak pod względem ilości zużytego paliwa, jako téż i stopnia ogrzania. Kaloryfery z kanałami pionowemi pod względem osiągniętego skutku, szczególniéj przy nagłém działaniu, stają wyżéj od kaloryferów pierwszego rodzaju; otrzymujemy bowiem do 0,85 zużytego cieplika przy 15 metrach kwadratowych powierzchni, ogrzewanéj na 1000 m. sz. przestrzeni przeznaczonéj do ogrzania, gdy tymczasem kaloryfery z kanałami poziomemi mogą wydać zaledwie 0,63 przy 20 m. □ powierzchni, ogrzewanéj na 1000 m. sz. przestrzeni do ogrzania.

W tym także poszycie znajdujemy bardzo ciekawe prace p. Becquerel o własnościach termo-elektrycznych ciał i o budowie stosów termo-elektrycznych, oraz rozprawę p. Peligot, czytaną w Sorbonie 2 marca 1866 r. o powietrzu atmosferyczném, w któréj szczególniéj zwraca uwagę na pierwiastki będące w powietrzu, jak jod i inne, i o ich własnościach w tym razie.

Rozprawa ta szczególniéj odznacza się popularnym wykładem. Poszyt kończy się bardzo sumienną pracą p. Ordinaire de Lacolonge o machinie p. Perrot inżyniera, w któréj ciśnienie wody jest motorem.

Machina ta składa się z dwóch głównych części:

1) Z cylindra bronzowego, w którym pomieszczony jest tłok; na tłok ten woda ciśnie z jednéj lub z drugiéj strony, skutkiem czego tłok porusza się tam i z powrotem.

2) Dwa walce obejmujące w zupełności cylinder główny. Jeden z tych walców kommunikuje się ze szluzą górną, drugi odprowadza wodę, która już na tłok działała.

Teorya mechaniczna takiego rodzaju machiny, wyłożoną jest przez p. Lacolonge z całą dokładnością przy zastosowaniu odpowiednich wzorów; podane są niemniéj doświadczenia czynione tak przez autora, jako téż przez innych mechaników przy zastosowaniu do ruchu machiny z tego rodzaju motoru. Teorya i doświadczenia wykazują wypadek następujący:

1) Użyteczność ciśnienia wody jako motoru w machinie zwiększa się w miarę zmniejszania się prędkości ruchu tłoka.

2) Użyteczność ta zdaje się zmniejszać przy większym spadku wody, użytéj jako motor.

3) Gdy prędkość tłoka jest 1 metr na sekundę, machina pracuje bez uderzeń i hałasu.

4) Wymiary koła rozpędowego otrzymują się z zwykłego wzoru machin parowych Watta o wysokiém ciśnieniu, wstawiając za *n* wartość nie mniejszą jak 50.

5) Dobre funkcyonowanie machiny zależy od szczelności cylindra głównego i walców otaczających.

6) Machina p. Perrot może być z korzyścią zastosowana, gdy idzie o zużytkowanie małéj objętości wody, mającéj znaczny spadek.

7) Z czasem jeżeli w praktyce nieco okażą się jakie ważne niedogodności, machina p. Perrot może wejść do rzędu zwykłych machin hydraulicznych.

Druk. Gaz. Polskiéj. Za pozwoleniem Cenzury Rządowéj.